(no size

QK1
v. 18-20

ANNUAIRE

DU

Conservatoire et du Jardin botaniques

DE GENÈVE

RÉDIGÉ PAR

John BRIQUET

Directeur du Conservatoire et du Jardin

18me et 19me ANNÉES — 20
(1914 et 1915)

Avec 1 planche et 24 figures dans le texte.

Prix : 15 Francs

P

GENÈVE
GEORG & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS
1914 - 1916

MISSOURI BOTANICAL
GARDEN LIBRARY

SHOUT
SHARE
IT

GEORG & C°, ÉDITEURS, GENÈVE

Annuaire du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève.

1re année, 1897 : I. *Briquet, John.* Rapport sur la marche de l'Herbier Delessert et du Jardin botanique de Genève pendant l'année 1896. II. *Crépin, Fr.* Revision des *Rosa* de quelques vieux herbiers suisses. III. *Arvet-Touvet, C.* Revision des Epervières de l'herbier de Haller fils. IV. *Arvet-Touvet, C.* Elenchus Hieraciorum novorum vel minus cognitorum praesertim in Herbario Delessertiano asservatorum. V. *Arvet-Touvet, C.* Sur un nouveau genre de Chicoracées (planche I). VI. *Kränzlin, F. Dr.* Zwei neue Orchideen. VII. Catalogue des graines recueillies en 1896 et offertes en échange par le Jardin botanique de Genève. Graines récoltées dans nos rocailles alpines en 1896. — 1 vol. in-8° de 143 p. et 1 pl. 5 fr.

2me année, 1898 : I. *Briquet, John.* Rapport sur la marche du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève pendant l'année 1897. II. *De Candolle, Alph.* Ce qui se passe sur la limite géographique d'une espèce végétale et en quoi consiste cette limite. III. *Lindau, G.* Einige neue Acanthaceen aus dem Herbarium Delessert. IV. *Briquet, John.* Observations sur quelques Flacourtiacées de l'Herbier Delessert. V. *Hochreutiner, Georges.* Reliquiae Palisotianae ou Collections et notes manuscrites rapportées d'Oware et de Bénin par Palisot de Beauvois. VI. *Briquet, John.* Fragmenta Monographiae Labiatarum, fasciculus V (Labiées nouvelles de l'Herbier Delessert). VII. *De Candolle, C.* Piperaceae novae. VIII. *Briquet, John.* Une Ombellifère nouvelle des îles Baléares. IX. Catalogue des graines récueillies en 1897 et offertes en échange par le Jardin botanique de Genève. Graines récoltées dans nos rocailles alpines en 1897. — 1 vol. in-8° de 327 pages, 1 vignette, 2 planches . . . . 10 fr.

3me année, 1899 : I. *Briquet, John.* Rapport sur la marche du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève pendant l'année 1898. II. *Dr von Sterneck.* Revision des Alectorolophus-Materiales des Herbarium Delessert. III. *Arvet-Touvet, C.* Description de deux espèces nouvelles du genre Hieracium. IV. *Dr Christ, H.* Enumération de quelques Fougères de l'Herbier Delessert. V. *Briquet, John.* Nouvelles notes floristiques sur les Alpes Lémaniennes. VI. *Briquet, John,* et *Hochreutiner, G.* Enumération critique des plantes du Brésil méridional récoltées par E.-M. Reineck et J. Czermak. VII. *Kohler, Georges.* Une nouvelle localité suisse du *Galium triflorum* Michx. VIII. *Kohler, Georges.* Indications de quelques Epervières de la Suisse et de la Savoie d'après les déterminations de M. Arvet-Touvet. IX. Catalogue des graines recueillies en 1898 et offertes en échange par le Jardin botanique de Genève. Graines récoltées dans nos rocailles alpines en 1898. — 1 vol. in-8° de 216 p. 8 fr.

4me année, 1900 : I. *Briquet, John.* Rapport sur l'activité au Conservatoire et au Jardin botaniques de Genève pendant l'année 1899. II. *Briquet, John.* Labiatae et Verbenaceae Wilczekianae, ou énumération des Labiées et des Verbénacées récoltées par E. Wilczek

95
8

QK1
.R44
1917
v.29

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Janvier 1917

N° 337

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

H 9

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1917

I. — RENÉ ZEILLER *(suite)* (avec un portrait) par M. **Gaston Bonnier** 5

II. — LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE. — FORMATION ET DISPARITION *(suite)*, par M. **H. Colin** . . 21

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

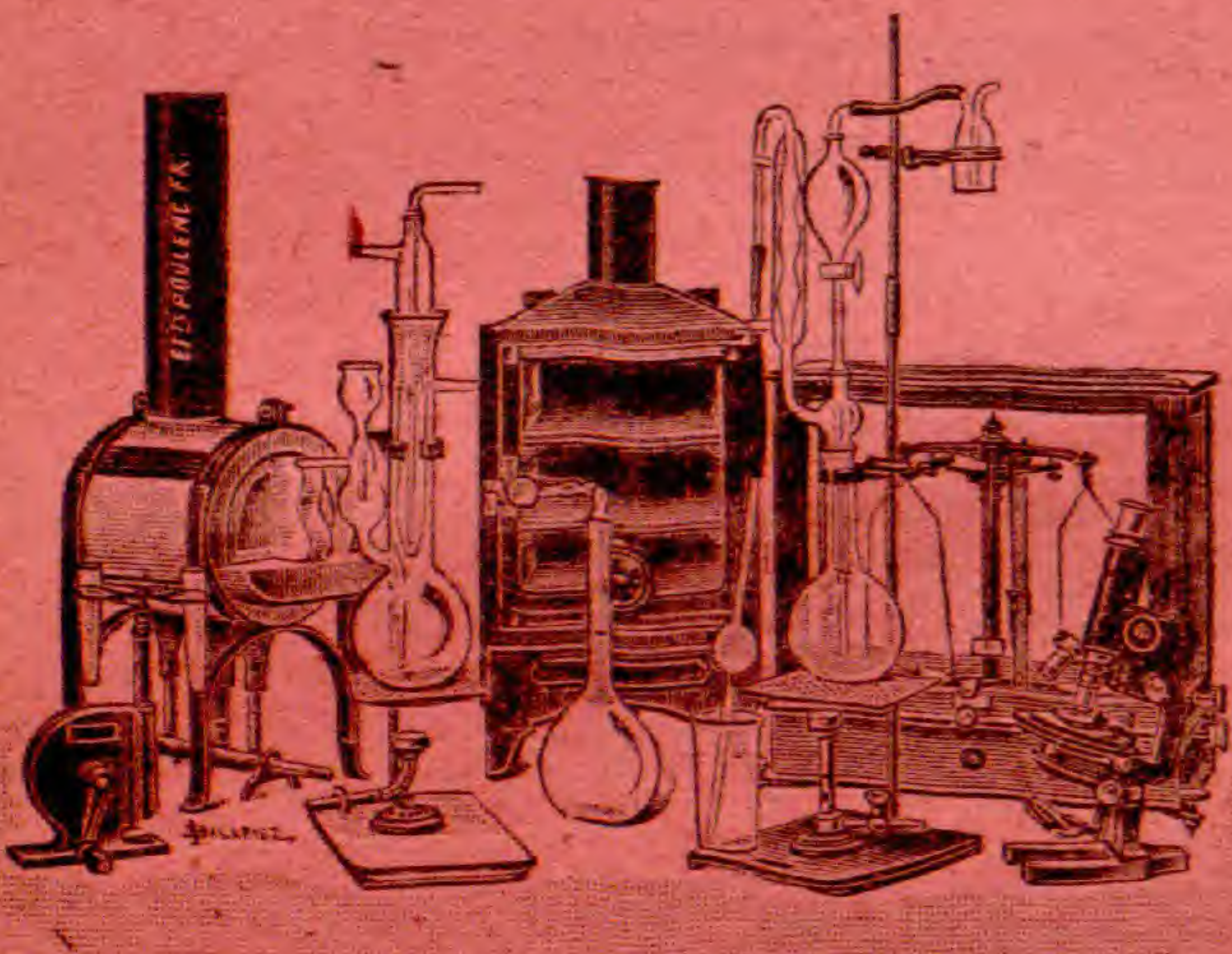
REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.**

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

E. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie^

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

af 44

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1917

RENÉ ZEILLER

(suite)

Recherches sur les Cycadofilicinées. — D'autres Mémoires ou Notes de René Zeiller, au lieu de conduire à des conclusions détruisant de prétendues affinités, amènent au contraire à mettre en lumière des formes intermédiaires qui viennent se placer entre des types définis. Tels sont les travaux du Paléobotaniste sur les Cycadofilicinées où il s'est montré comme un précurseur des grandes découvertes des Botanistes anglais et américains démontrant qu'un grand nombre d'empreintes des terrains primaires attribuées à des Fougères se rapportent à des végétaux ayant des ovules, des sacs polliniques, et faisant partie du grand groupe des Cycadinées.

On peut citer surtout, à ce sujet, les recherches de Zeiller sur les *Medullosa,* espèces d'un genre problématique chez lesquelles l'auteur a découvert une structure anatomique très curieuse de la tige. Les cordons vasculaires, entourés chacun d'un faux endoderme, y sont distribués comme chez beaucoup de troncs de Fougères, chez les *Psaronius* par exemple, mais chacune de ces masses vasculaires longitudinales présente, en section transversale, des formations secondaires libéro-ligneuses, et la disposition anatomique générale de la coupe transversale totale d'une de ces tiges rappelle un peu ce que Kamienski et ensuite van Tieghem ont décrit chez le *Primula Auricula* et chez les espèces de Primevères de la même section. Mais, en outre, ce bois secondaire examiné histologiquement et les faisceaux vasculaires des feuilles que Zeiller a montré se trouver en continuité avec ces tiges ont les caractères des formations ligneuses des Cycadées, tandis que la forme de ces feuilles est celle de frondes décrites comme Fougères dans les genres *Alethopteris, Nevropteris* ou *Odontopteris.* Il en est de même chez les tiges voisines décrites sous le nom de *Myeloxylon.* De toutes ces observations résultaient déjà des arguments en faveur d'un groupe intermédiaire entre les

Cryptogames vasculaires et les Gymnospermes ou, plus exactement, entre les Fougères et les Cycadées, et ce groupe intermédiaire a été dénommé Cycadofilicinées.

Zeiller écrivait, toujours avec la circonspection qu'il montrait dans tous les cas où il ne trouvait pas les preuves d'une certitude absolue : « Peut-être faudrait-il voir dans les Médullosées, et d'une façon générale dans les Cycadofilicinées, l'un des chaînons dont on est porté à soupçonner l'existence entre les Fougères et les Cycadinées ».

Cette hypothèse, rationnellement déduite, s'est trouvée vérifiée lorsque, quelques annés plus tard, on a découvert des ovules parfaitement caractérisés portés par les frondes de ces *Nevropteris, Odontopteris* etc., qui avaient été d'abord considérées comme des Fougères typiques, et lorsqu'ainsi s'est constitué le groupe de végétaux parfaitement caractérisé qu'on désigne maintenant sous le nom de Ptéridospermées.

Observations sur les Sélaginelles. — D'autres recherches de Zeiller font assister, si l'on pouvait employer cette expression en parlant de transformations que l'on n'a pu voir, au mécanisme qui a modifié les espèces fossiles en les espèces vivantes d'un même genre. L'un des exemples les plus frappants est fourni par le genre *Selaginella.* Zeiller a découvert des Sélaginelles de l'époque houillère dont l'aspect et l'appareil végétatif ne diffère guère de ceux des Sélaginelles actuelles ; mais chez ces espèces fossiles, les macrosporanges renfermaient chacun 24 ou 16 macroscopes, tandis que, comme on le sait, toutes les espèces de Sélaginelles, aujourd'hui vivantes, ne contiennent jamais que 4 macrospores par macrosporange.

Or, il est connu, que lorsqu'on étudie le développement d'un macrosporange de Sélaginelle, on voit d'abord s'y former de nombreuses cellules-mères des spores comme dans un microsporange, mais tandis que ces dernières se transforment toutes en tétrades, chez les macrosporanges de Sélaginelles actuelles, toutes les cellules mères, sauf une, se résorbent, digérées par les tissus voisins, et en définitive une seule tétrade de spores se développe. « Les formes actuelles, dit Zeiller, seraient ainsi dérivées des formes paléozoïques par une stérilisation progressive du tissu sporogène des macrospores, sans qu'il soit intervenu de modifications appréciables dans les microsporanges, non plus que dans l'appareil végétatif ». Cet exemple suffit, sans qu'il soit nécessaire d'énumérer bien d'autres cas de formes intermédiaires examinés par l'auteur.

Découverte de l'existence des Mousses à l'époque primaire. — Dans toutes les recherches de Paléontologie végétale, par l'examen de toutes les empreintes connues, on n'avait jamais trouvé la moindre trace de représentant de l'Embranchement des Muscinées avant l'époque tertiaire. En s'appuyant sur ces résultats, et surtout sur l'absence de Mousses dans les terrains houillers où il semble que, si ces végétaux avaient alors existé, par la nature de leur cellulose qui résiste à l'attaque des Bactéries anaérobies, ils se seraient fossilisés facilement, on avait été jusqu'à émettre l'hypothèse de la transformation des Algues supérieures en Muscinées inférieures, en Hépatiques à thalle. L'origine tardive des Muscinées se trouverait en ce cas, dans une sorte d' « aterrissement » ou de « débarquement » des Algues d'eau douce ayant pour ainsi dire pris pied sur les rivages.

Toutes ces chimères se sont évanouies devant la découverte inattendue d'une véritable Mousse dans la flore houillère de Commentry par Zeiller et Renault. Une étude attentive a fait voir à Zeiller que cette Mousse était à rapprocher de celles du genre *Polytrichum,* l'un des plus évolués parmi les genres de Muscinées.

Mais c'est surtout à un point de vue très général que cette découverte est intéressante. Elle fait voir l'inanité des déductions souvent trop précises qui sont énoncées en Paléontologie. En effet, voici un Embranchement tout entier du Règne végétal, remarquable par rapport à tous les autres par la grande prédominance du gamétophyte sur le sporophyte. Les plantes de cet Embranchement sont répandues en abondance à l'époque actuelle sur toute la surface du globe ; on en connaît de nombreux fossiles tertiaires et quaternaires. C'est à peine si on avait pu induire de l'existence possible de Muscinées à l'époque liasique par la présence dans certains gisements du Lias en Suisse d'insectes plus ou moins analogues à ceux qui aujourd'hui vivent habituellement sur les mousses. On ne trouvait aucune trace d'un représentant de cet Embranchement dans les terrains primaires. Eh bien ! Un seul échantillon est découvert, incontestablement dans les dépôts de l'époque carbonifère ; cet échantillon est d'une authenticité absolue ; il appartient à une des formes les plus parfaites du groupe le plus élevé en organisation de cet Embranchement. Il suffit de réfléchir une seconde, pour comprendre que ce seul fait démontre l'insuffisance des documents paléontologiques en vue d'établir l'évolution des formes successives des êtres organisés.

Recherches sur la classification et les affinités des groupes chez les Filicinées. — Les études de René Zeiller sur les Fougères fossiles et sur les groupes de Cryptogames vasculaires qui s'en rapprochent sont extrêmement nombreuses et il est impossible d'en rendre compte en détail dans le cadre de cette Notice. J'en signalerai seulement les résultats les plus importants.

La classification des Fougères n'avait été établie, faute de documents suffisants, que sur la forme des frondes stériles, et c'est ainsi que de si nombreuses Cycadinées avaient été distribuées en genres et espèces parmi les vraies Fougères ; souvent même une intrication complète introduisait les unes près des autres des espèces foncièrement distinctes par leur nature et leur développement, mais faciles à confondre si l'on se contentait de décrire, comme l'avait fait si souvent Schimper, les analogies qu'elles présentent dans les caractères de convergence offerts par la forme générale de leurs feuilles. Zeiller détruit cette classification artificielle, et par des observations multiples sur les fructifications des Fougères fossiles puis par la comparaison de la distribution des nervures voisines des sporanges, arrive à établir les cadres d'une classification naturelle fondée sur les caractères des organes fructificateurs. Ces recherches lui ont permis d'établir beaucoup de genres nouveaux, parmi lesquels il en est qui sont sans analogie avec les formes génériques du monde vivant, tandis que d'autres nombreux genres sont susceptibles d'être attribués aux groupes actuels de Marattiacées, Leptosporangiées, Osmondées, Schizéacées, Gleichéniées, Hyménophyllées.

Mais ce qui est plus intéressant encore dans ces travaux sur les Filicinées, c'est que René Zeiller a mis en évidence des formes intermédiaires entre les divers groupes qui viennent d'être cités, et qui sont aujourd'hui presque tous séparés les uns des autres par des fossés assez profonds. L'auteur a aussi montré que le genre *Matonia*, actuellement isolé, est le dernier représentant d'un groupe autrefois important, particulièrement à l'époque secondaire, et qu'il désigne sous le nom de Matoniées.

Le fossile végétal, appelé *Vertebraria*, trouvé dans l'Inde, l'Australie, l'Afrique australe a été pendant près de cinquante ans l'une des énigmes les plus obscures de la Paléontologie végétale. Zeiller a démontré que ces problématiques *Vertebraria* ne sont autre chose que des rhizomes de Fougères du genre *Glossopteris* si répandu dans une grande étendue des terrains anciens.

Etude des Sphénophyllées. — Les *Sphenophyllum* sont des plantes paléozoïques qui ont donné lieu à des interprétations très différentes au sujet de leur place dans la classification. Ce groupe rangé par Schimper dans les Équisitinées avait été ensuite rattaché par les uns aux Salvinées, par les autres aux Lycopodinées.

Or ces diverses opinions n'étaient guère fondées, les unes ou les autres, que sur la forme générale des plantes ou sur leur structure anatomique. L'organisation de l'appareil fructificateur était demeurée presque complètement inconnue. Zeiller a d'abord examiné attentivement des épis de *Sphenophyllum cuneifolium* de la flore Westphalienne ; il a établi ainsi que les sporanges, rangés en plusieurs cercles concentriques au-dessus de chaque verticille de bractées, étaient portés chacun par une sorte de pédicelle se détachant de la face supérieure des bractées ou à peu près de son aisselle, et que, de plus, le cordon vasculaire qui parcourt ces pseudo-pédicelles est de nature foliaire, dépendant des cordons bractéaux, de sorte que ce support des sporanges constituait comme un lobe ventral de la bractée. Cette interprétation, contestée par Scott, a été ensuite adoptée par lui, puis par tous les Paléobotanistes. Zeiller a étendu ces observations délicates à de nombreux autres exemples de *Sphenophyllum,* et sauf des modifications dans la distribution des sporanges, le caractère essentiel du dispositif fructifère s'est toujours montré le même.

Zeiller conclut de ces études et d'autres considérations encore que par l'autonomie de ses caractères et par la complexité de ses affinités avec les autres Cryptogames vasculaires, ce groupe doit être élevé au rang de classe sous le nom de Sphénophyllées, constituant un ensemble de végétaux tout à fait à part, sans lien direct avec aucune des classes vivantes de cet embranchement du règne végétal.

Recherches sur les Equisétinées ; le problème des Calamodendrées. — C'est encore, comme pour les Sigillaires, la question des formations secondaires dans les tiges qui est l'origine des discussions relatives à la nature cryptogamique ou phanérogamique de beaucoup de plantes fossiles rangées ordinairement parmi les Equisitinées, en particulier du groupe des Calamodendrées. Ces végétaux, dont l'apparence est si semblable à celle des Calamites et par conséquent des vrais *Equisetum*, ont été considérés comme des Gymnospermes par Brongniart, puis par Goeppert et plus récemment par Renault. Les formations secondaires de leur tige présentent en effet, comme pour celles des Sigillaires, des analogies frappantes dans leur structure histologique avec celles des Cycadées.

L'étude attentive de divers échantillons, examinés soit par Zeiller soit par Weiss, fait reconnaître chez les *Calamostachys*, la présence de microsporanges, de microspores et — ce qui est plus important au point de vue de la discussion — de macrosporanges et de macrospores présentant leurs trois lignes rayonnantes caractéristiques. Renault a été obligé d'admettre lui-même la présence des deux sortes de spores, groupées en tétrades, dans des épis de *Macrostachys,* avec des sporanges encore attachés directement à des tiges dont le bois présentait des formations secondaires d'apparence gymnospermique. D'autre part, Cormack avait fait une découverte au point de vue de cette importance accordée à tort aux formations secondaires dans l'établissement des grandes divisions de plantes vasculaires. Il a décrit, dans les nœuds d'une espèce vivante d'Equisétacée, l'*Equisetum Telmateia,* les indices très nets d'un début de développement secondaire, assez analogue à celui que j'ai décrit chez certaines Monocotylédones.

Mais, comme toujours, Renault ne s'est pas tenu pour complètement battu. S'il était forcé d'accorder que divers genres de Calamodendrées étaient certainement des Cryptogames, il lui restait le genre *Calamodendron* que malgré ses étroites affinités avec les *Arthropitys* (démontrés cryptogamiques), il persistait à considérer comme de nature phanérogamique par les arguments suivants. Un épi de *Calamodendron* a offert à Renault des tétrades de spores arrondies et non en forme de tétraèdres, et dans la chambre pollinique de certaines graines fossiles de Gymnospermes il a rencontré des tétrades à peu près semblables. De plus les grains de ces tétrades étaien divisés en plusieurs cellules.

Mais spores arrondies, spores divisées en cellules (comme celles des Botryoptéridées), ces exemples se rencontrent chez des végétaux de nature indubitablement cryptogamique. Quant à des spores ayant pénétré dans la chambre pollinique de graines de Gymnospermes, le fait n'a rien d'extraordinaire ni de démonstratif; cette présence des tétrades ne prouve pas qu'elles puissent y germer et y produire la fécondation.

Il résulte donc, en somme, à la suite de toutes ces discussions et des études de Zeiller que les Calamodendrées, les Calamites et les Equisétées forment un groupe homogène de Cryptogames vasculaires, la classe des Equisétinées.

Ajoutons, à propos de ce groupe, que l'apparition des *Equisetum* était considérée comme triasique ; or, Zeiller a découvert dans des dépôts carbonifères et permiens des gaînes appartenant à de vrais *Equisetum*.

Etudes sur les Gymnospermes. — Les fossiles très répandus dans le houiller et connus sous le nom de *Næggerathia* et les empreintes de la flore rhétienne du Tonkin dénommées *Næggerathiopsis* étaient de nature assez incertaine. Zeiller a démontré que les premiers de ces fossiles doivent être rangés parmi les Cycadinées, tandis que les seconds sont des Cordaïtées.

D'autres travaux du Paléobotaniste sont relatifs à l'établissement de nouveaux genres ou de diverses espèces à structure curieuse parmi les Cycadées et les Conifères. Dans cette dernière classe, on peut citer, parmi les recherches de Zeiller, celles qui ont trait au genre *Frenelopsis* dont il a découvert, comme je l'ai dit plus haut, les curieux stomates étoilés. Ces stomates sont disposés par files longitudinales et chacun d'eux est placé au fond d'une dépression entourée par un cadre saillant. Or, cette disposition spéciale, mais avec des stomates de structure ordinaire, se rencontre chez des Cupressinées tels que les *Callitris* et les *Librocedrus ;* d'où la place des *Frenelopsis* dans ce groupe.

On se rend compte, par les travaux que je viens de résumer, et auxquels pourraient être ajoutés bien d'autres encore, de l'importance considérable que présente la partie purement botanique de l'œuvre de Zeiller.

C'est avec une sagacité remarquable, avec un jugement sûr, dépourvu de toute idée préconçue, que le savant paléontologiste a su faire le départ entre les ressemblances apparentes dues à des caractères de convergence et les affinités profondes qui tiennent à la nature même des végétaux.

C'est ainsi que nous avons vu que, par ses études et ses découvertes, Zeiller a dissipé l'illusion des Proangiospermes et a démontré que les Sigillaires et les Calamodendrées sont réellement des végétaux cryptogames et non pas des Gymnospermes d'apparence cryptogamique.

C'est ainsi qu'au contraire, il a révélé des liaisons entre des groupes aussi différents que les Fougères et les Cycadées, mis en évidence des types vraiment intermédiaires entre les principales classes de Cryptogames vasculaires ou même, comme dans le cas des Sélaginelles, a fait admirablement saisir le mécanisme histologique par lequel ont dû se faire peu à peu les changements de forme et de constitution entre les végétaux fossiles des époques reculées et leurs similaires actuels.

Comme tous les savants qui font de grandes découvertes, Zeiller a été l'objet d'attaques passionnées. Jamais il ne s'en est ému et n'a jamais répondu à ses adversaires, autrement qu'en leur exposant clairement les faits sur lesquels s'appuyaient ses vues, et cela avec persistance, avec de nouveaux documents variés et démonstratifs, avec ce calme parfait de celui qui a en main la vérité. C'étaient, sur ces questions capitales, de nouvelles notes précises, de nouveaux Mémoires, la présentation d'échantillons typiques, l'exécution de planches convaincantes, et cela jusqu'à ce que ses adversaires fussent non écrasés, mais convaincus.

L'exemple de Renault est le plus frappant à cet égard. Zeiller avait trouvé en lui un rude jouteur, habile anatomiste, très savant en Paléontologie, mais terrible dans son argumentation, entêté dans ses idées, résistant jusqu'au bout, et ne s'avouant vaincu que devant des faits et des démonstrations auxquels aucune objection n'était plus possible. Eh bien ! Cet adversaire acharné, Zeiller était avec lui dans les meilleurs termes. Il le prit comme collaborateur, et au moment des luttes les plus vives, Zeiller regardait toujours Renault comme un savant de premier ordre, et il le considérait — pourrait-on dire — comme son ami scientifique.

2. — Etudes relatives aux flores fossiles.

Les flores éteintes et les fossiles caractéristiques. — L'étude des flores fossiles est naturellement liée à celle de leur âge relatif et, par conséquent, à la stratigraphie. Or les géologues ont eu pendant longtemps un certain mépris inconscient pour la Paléontologie végétale, ayant choisi presque exclusivement les fossiles caractéristiques parmi les vestiges laissés par les animaux aux diverses périodes de l'histoire du globe.

Déjà, à la suite de ses premiers travaux datant de 1871 à 1878, René Zeiller s'était convaincu que les fossiles végétaux pouvaient aussi bien caractériser les couches de terrain que les fossiles animaux, mais à la double condition que les empreintes végétales soient déterminées avec une grande précision et que la succession en chronologie relative des flores soit entièrement connue, même dans le plus grand détail.

La preuve de l'excellence de cette méthode devait être fournie en plusieurs cas typiques ; c'est lorsque l'étude des flores comparées permettait au paléontologiste de prévoir la concordance de deux assises données, situées en deux locatités différentes, et qu'ensuite les travaux exécutés par les ingénieurs montraient la réelle continuité entre ces deux assises, continuité prévue par Zeiller à cause de la presque identité de leurs flores.

En partant de ces faits absolument démontrés, l'auteur pouvait alors induire l'âge relatif des terrains riches en débris végétaux dans des contrées très éloignées les unes des autres, lorsque la vérification de la continuité des couches est impossible. Mais alors fallait-il encore s'entourer de nombreuses précautions, éviter tout cercle vicieux, et faire appel en bien des cas à des considérations stratigraphiques indépendantes de la Botanique fossile.

C'est de cette manière que dès ses premières recherches Zeiller eut à lutter tout d'abord contre un préjugé répandu chez beaucoup d'ingénieurs qui croyaient encore en 1875, et même en 1882, qu'il ne pouvait y avoir de vraie houille que dans les terrains de l'époque houillère. Il démontra par la Paléontologie végétale que les couches de charbon de la Ternera, au Chili, contrairement à l'opinion de Fuchs, appartenaient non à l'époque houillère, mais à l'époque jurassique, et, plus tard, il fit voir clairement que les dépôts anthracifères du Tonkin devaient se placer entre le trias et le lias, toujours au grand désespoir de Fuchs : c'étaient là des faits capitaux à cette époque, et qui furent ensuite confirmés par des considérations géologiques d'un autre ordre. En utilisant le même mode d'investigation, le paléobotaniste put déterminer aussi l'âge relatif de la flore liasique de Madagascar, de la flore cénomanienne de Simeyrols (Dordogne), de la flore des gîtes combustibles de la Nouvelle-Calédonie se rapportant au Crétacé, de celle de Yen-Baï (Haut-Tonkin) qui est de l'époque tertiaire, etc.

La flore à Glossopteris. — Il est impossible de résumer les recherches de Zeiller sur la composition des diverses flores étudiées par lui, car l'intérêt que présentent ces travaux réside dans la très longue énumération des genres et des espèces, dont beaucoup de types nouvellement décrits, dans leur répartition relative et dans les différences de détail que l'on peut relever d'un horizon à l'autre.

Mais pour se rendre compte des difficultés que présentent ces études de Géographie botanique fossile, il suffit de résumer les belles recherches de Zeiller sur la « flore à *Glossopteris* ».

Les flores fossiles d'Australie étaient, d'après les géologues, rapportées à l'époque primaire (carbonifère ou permienne), mais presque tous les paléobotanistes, d'après l'examen des empreintes végétales de ces couches les tenaient pour jurassiques. Qui avait raison de la Géologie pure ou de la Paléobotanique appliquée à la recherche de l'âge de ces terrains ? Zeiller démontre qu'en ce cas c'étaient les géologues qui étaient dans le vrai. C'est que la question était fort complexe et ne pouvait être résolue que par la comparaison minutieuse de très nombreux dépôts renfermant des fossiles végétaux et recueillis dans les contrées les plus diverses. Les paléobotanistes qui avaient étudié ces dépôts australiens y avaient reconnu des formes végétales trouvées ailleurs, en Asie ou en Europe dans des dépôts incontestablement jurassiques. Pourquoi s'étaient-ils trompés, et pourquoi ces flores fossiles d'Australie ne doivent-elles pas être attribuées à cette partie moyenne de l'époque secondaire mais à la fin de l'époque primaire ?

Cela résulte d'une étude globale des flores depuis les terrains primaires jusqu'à l'époque jurassique, et c'est ce travail d'ensemble que Zeiller a entrepris, a su mener à bien, et dont il a pu tirer des conclusions intéressant non seulement la Botanique fossile et la Géologie stratigraphique, mais les données générales climatériques, si différentes de celles actuelles, qui peuvent être attribuées à ces anciennes périodes de l'histoire de notre planète.

Sans entrer dans des descriptions inutiles, multiples et complexes, sur la composition des flores successives, il suffira de montrer le point essentiel de cette question.

Les documents que l'on possède sur les flores dévonienne et du culm semblent indiquer que, sauf des différences insignifiantes de distribution, la nature des végétaux répandus à la surface du globe était alors sensiblement uniforme ; on la retrouve presque identique dans les contrées les plus différentes. Or, Zeiller fait voir que cette uniformité générale disparaît à l'époque carbonifère et permienne. Le savant paléobotaniste a pu établir que vers la fin des temps primaires, il s'est constitué synchroniquement deux grandes provinces botaniques très distinctes, l'une occupée par les flores houillère et permienne, normale dans les assises de nos contrées, l'autre par une flore spéciale dite « flore à *Glossopteris* ». Tandis que la première s'étendait alors dans tout l'Hémisphère boréal et en Afrique, la seconde était spéciale aux contrées qui correspondent aujourd'hui au Sud de l'Asie et à l'Australie.

Or le fait même de l'existence simultanée de ces deux provinces botaniques donna l'explication d'un certain nombre de faits contradictoires qui semblaient incompatibles.

Quelques années plus tard, Zeiller réussit à préciser les limites de ces deux provinces et put constater l'existence, jusque dans la région occupée maintenant par le Sud du Brésil, de points de contact divers entre l'une et l'autre de ces flores contemporaines. L'auteur suivit alors l'extension que prit la « flore à *Glossopteris* » pendant la première période de l'ère secondaire ; cette flore, à l'époque triasique, se met à empiéter sur l'autre, se modifie sensiblement par suite de transformation de formes et d'échanges d'espèces entre les deux provinces botaniques, de sorte qu'au commencement de l'époque jurassique, la flore, devenue très différente de celle de l'époque permo-carbonifère, s'était néanmoins retrouvée presque uniforme sur toute la surface du globe.

La province botanique australo-asiatique établie vers la fin des temps primaires n'avait plus conservé à l'époque jurassique que quelques types lui appartenant en propre, et se trouvait par suite assez semblable à celle observée en Europe ou dans le Nord de l'Amérique dans les dépôts jurassiques, d'où l'assimilation faite par un grand nombre de paléobotanistes entre la flore des dépôts australiens cités plus haut et le reste de la flore jurassique ; mais comme cette « flore à *Glossopteris* » s'était d'abord développée uniquement en Australie et dans le Sud de l'Asie, Zeiller a pu démontrer par la nature des empreintes végétales que les géologues avaient eu raison d'attribuer l'âge de l'époque primaire à ces terrains d'Australie, et, par là même expliquer l'erreur de la Paléobotanique sur ce point.

Sans parler seulement de ce fait caractéristique, il faut ajouter que toutes ces conclusions de Zeiller ont été vérifiées depuis par d'autres auteurs. On peut citer, entre autres, les recherches d'Amalitzky sur les flores fossiles de Russie dans lesquelles se trouvent confirmés les échanges de formes entre les deux provinces botaniques de la fin du primaire. Dans la flore permienne supérieure de Russie, cet auteur a en effet trouvé au milieu de la flore normale quelques types de la « flore à *Glossopteris* », dont un petit nombre s'est maintenu dans ces régions jusque dans le trias inférieur.

On conçoit quel nombre prodigieux de recherches fragmentaires, quelle quantité d'échantillons à examiner, quelle multiplicité de sagaces comparaisons ont exigé une semblable étude pour être menée à bonne fin.

Application de la Paléontologie végétale à la recherche des gîtes houillers. — Toute une catégorie des travaux de René Zeiller porte sur les applications pratiques qui peuvent résulter de l'étude attentive et de la comparaison des flores fossiles. C'est plus qu'ailleurs, dans cette partie de l'œuvre de Zeiller que se trouvent confondues les deux orientations qu'il a suivies et, en outre, où sont comme intimement mélangés le rôle du savant et la fonction d'ingénieur des mines.

Déjà en 1878, Lamé-Fleury, frappé de l'importance que pouvait avoir pour les ingénieurs la considération des empreintes végétales fossiles, avait chargé Zeiller d'ajouter au quatrième volume de l'Explication de la carte géologique de France la description des espèces les plus caractéristiques des terrains houillers ou les plus répandues dans les schistes carbonifères.

Quant aux exemples choisis dans l'œuvre de Zeiller et relatifs aux applications pratiques de la Paléontologie végétale, je ne saurais mieux faire que de citer l'intéressante Notice que M. Douvillé a consacrée à René Zeiller (1).

« Ces travaux avaient attiré l'attention des exploitants : un ingégénieur lorrain, Thirion, était à ce moment (1878) président du Conseil d'Administration de la Grand-Combe ; on exploitait dans cette mine trois systèmes de couches, d'un côté celle de Champclauson et de Trescol, de l'autre celles de Sainte-Barbe. Ces deux groupes étaient séparés par un accident sur l'importance duquel les ingénieurs n'étaient pas d'accord ; pour les uns les couches de Sainte-Barbe devaient être rattachées au système du Trescol, pour les autres ces deux groupes étaient d'âge différent.

« En 1877, Grand-Eury, d'après quelques empreintes végétales recueillies à Sainte-Barbe, émettait l'hypothèse que ces couches étaient plus anciennes que les autres. La question méritait d'être étudié à fond ; Thirion avait déjà commencé à faire recueillir des empreintes à Sainte-Barbe ; il les fait envoyer à Zeiller, à l'Ecole des Mines ; dès 1881, celui-ci est en mesure d'annoncer que les couches de Sainte-Barbe sont notablement plus anciennes que celles de Trescol, les premières venant se placer tout à fait à la base du terrain houiller supérieur, et les autres, au contraire, au sommet de la formation. Dès lors, il devenait possible de retrouver les couches de Sainte-Barbe au-dessous de Trescol, et, sur ses indications, un sondage de recherches est entrepris à Ricard ; jusqu'à 400 mètres, il ne traverse que des couches stériles : la foi était encore un peu hésitante ! Grand-Eury, déjà bien connu par ses travaux de Paléobotanique est chargé de faire une étude complète du bassin : on sait comment il confirma les déterminations de Zeiller, et comment il arriva à évaluer à un minimum de 600 mètres l'épaisseur des stériles séparant les deux systèmes de couches. Le sondage est repris, et, en 1885, de belles couches de houille sont rencontrées à 731 et 778 mètres. La preuve était brillamment faite des grands services que l'étude des plantes fossiles était appelée à rendre aux exploitants des mines de houille. »

M. Douvillé cite ensuite un exemple analogue, dans lequel Zeiller, vingt-cinq ans après l'étude précédente, à propos du prolongement en Meurthe-et-Moselle du bassin houiller de Sarrebruck, découvert par Nicklès, a pu fixer, par l'examen des empreintes végétales, les niveaux atteints par les sondages qui appartiennent soit au système inférieur des charbons gras, soit à l'étage le plus élevé des charbons flambants.

---

(1) *Bulletin de l'Association amicale des élèves de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines* (1916).

A propos des bassins houillers du Nord de la France, je ne puis encore mieux faire que de citer les lignes suivantes de M. Douvillé :

« De la comparaison de tous ces matériaux accumulés, quelques conséquences sont à signaler comme particulièrement importantes : ainsi, pour le Nord de la France, Zeiller a pu établir une classification rationnelle des couches exploitées d'après les caractères de la flore et montrer la correspondance de ces couches avec celles de l'Angleterre et de la Westphalie : il distingue une zone inférieure correspondant au faisceau maigre du Nord, une zone moyenne comprenant, dans le Nord, les faisceaux demi-gras de Douai et celui du Sud du cran de retour, et dans le Pas-de-Calais le faisceau maigre d'Ostricourt, le charbon gras d'Auchy-aux-bois et celui de la Fléchinelle, les demi-gras ou quart-gras de Courrières, Bally-Grenay, etc., et une partie des veines grasses de Ferfay, enfin une zone supérieure, zone des charbons gras ou flénus du Pas-de-Calais, s'étendant depuis Courcelles-les-Lens et Dourges jusqu'à Merle et Ferfay, et reparaissant dans le bassin de Valenciennes à Crespin-les-Anzin. »

Cette seconde série de travaux de René Zeiller, dont je n'ai pu donner ici que quelques traits principaux est celle qui a occupé la majeure partie de son labeur. Les résultats en demeureront dans l'avenir non seulement par les Mémoires et les Notes publiés mais aussi par l'admirable et précieuse collection de végétaux fossiles réunis à l'École des Mines et classés par lui avec cette intelligence spéciale qui n'est pas celle du collectionneur mais celle du savant.

En étudiant avec un tel soin tous les documents se rapportant aux flores fossiles, Zeiller a pu atteindre deux buts différents : le premier tend à nous donner des connaissances nouvelles et inattendues sur la distribution des plantes — et partant sur les climats — aux diverses époques géologiques ; le second rectifie un grand nombre d'erreurs sur l'âge relatif des couches de terrains dues soit à l'inattention parfois systématique des géologues pour la Botaniqne fossile, soit — plus rarement — à la méconnaissance par les paléobotanistes de certains faits généraux mis en évidence par Zeiller sur la Géographie botanique pendant les anciennes phases de l'évolution végétale.

Là, comme pour la première partie de son œuvre, Zeiller a rencontré des adversaires qui étaient, en ce cas, surtout des ingénieurs, et là aussi comme dans ses discussions purement botaniques, il fit preuve d'une courtoisie et d'une aménité décevantes pour ceux qui lui faisaient opposition. D'ailleurs, il se présenta quelques cas où Zeiller, comme on peut et comme on doit toujours le faire dans les questions géologiques émit des hypothèses qui ne se trouvèrent pas justifiées. Je citerai l'exemple suivant : dans le bassin du Pas-de-Calais, le système houiller inférieur fait défaut à la limite méridionale ; Zeiller supposa qu'il devait en être de même dans tout le bassin du Nord. Les paléobotanistes de Lille donnèrent en faveur de l'existence de ce système inférieur dans le Nord de la France des arguments très sérieux. Loin de persister dans sa supposition, Zeiller reconnut le bien-fondé des déductions de ces paléobotanistes et n'hésita pas à retirer complètement son hypothèse.

Enfin, on vient de voir par quelques exemples comment le paléobotaniste s'est allié à l'ingénieur des mines en une même personne, par les applications heureuses de la Paléobotanique à l'exploitation pratique des mines de houille.

GASTON BONNIER

(*A suivre*)

LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE

FORMATION ET DISPARITION

par **M. H. COLIN**

(suite)

b) *Saccharose.* — Pour le saccharose comme pour l'amidon, on se demande s'il est un produit immédiat de l'assimilation chlorophyllienne ou s'il résulte de la condensation du sucre interverti présent dans la feuille.

Pour résoudre le problème, il faudrait isoler deux phénomènes production de réducteur et production de saccharose qui sont associés intimement ; les conditions où l'on voit se former le réducteur sont également celles où prend naissance le saccharose.

La seule considération dont on puisse tirer parti est la variation du rapport du saccharose au réducteur quand on passe de l'obscurité à la lumière.

Les résultats essentiels de l'observation et de l'expérience se ramènent à ceci : à l'obscurité, le rapport du saccharose au réducteur décroît, *du fait surtout de la diminution du saccharose ;* dès que la feuille est exposée à la lumière, le rapport croît, *du fait de l'augmentation du saccharose ;* par conséquent, pour une concentration à peu près identique en réducteur, on voit le saccharose diminuer à l'obscurité ou augmenter à la lumière.

Ces faits s'accordent mal avec l'hypothèse de la condensation du réducteur à l'état de saccharose lorsque le réducteur atteint, dans la cellule, une certaine concentration ; ils s'interprètent aisément si l'on admet, avec nombre d'auteurs, parmi lesquels A. Girard, Brown et Morris, Ad. Perrey, que le saccharose se forme directement à la lumière, autrement dit que la feuille de Betterave insolée se met aussitôt à élaborer du saccharose, quelle que soit la concentration des cellules en réducteur.

Cependant il est possible d'observer la condensation du réducteur à l'état de saccharose, lorsqu'on enrichit artificiellement les cellules en hexoses, en plaçant des fragments de limbe sur des solutions sucrées de concentration convenable. Des expériences de ce genre faites à l'obscurité sur des feuilles préalablement débarrassées de leur saccharose m'ont donné les résultats suivants.

ORGANES EXPÉRIMENTÉS	SOLUTIONS SUCRÉES	DURÉE	Sucres pour 100 g. de poids frais	
			RÉDUCTEUR	SACCHAROSE
Limbes de B. sucrière	Interverti 15 °/₀	4 jours	5, 41	1, 28
«	«	3 »	3, 38	0, 98
«	glucose 10 °/₀	3 »	1, 93	0, 46
Limbes de B. fourragère	« 12 °/₀	4 »	1, 51	0, 52

Il existe donc, dans les cellules du limbe, un mécanisme qui n'intervient sans doute que lorsque la pression intérieure est élevée et qui fait passer spontanément une partie du réducteur à l'état de disaccharide.

Rien ne prouve, d'ailleurs, que ce même mécanisme préside à la formation du saccharose à la lumière, dans les conditions normales.

Dans la nature, le saccharose très souvent présent dans les feuilles, en particulier dans les feuilles de la vigne, du cerisier, du pêcher, de la canne à sucre, du maïs, de l'avoine, du haricot, du lilas, de la troène etc., est toujours accompagné de réducteur ; le problème de l'origine du saccharose se pose donc partout à peu près de la même façon que dans les feuilles de Betterave.

Cependant Perrey (1), au cours d'une étude sur la migration des principes immédiats dans le haricot, a observé des périodes entières où les feuilles ne renferment pas trace de glucose, alors que le saccharose s'y trouve à raison de $1^{gr},1$ à $3^{gr},6$ pour 100 gr. de matière sèche ; il en conclut que le glucose (il dose comme glucose les sucres réduisant directement la liqueur de Fehling) n'est pas le produit

---

Ad. Perrey. (*C. R. Ac. Sc.* t. 94, p. 124, 1882).

primitif de l'assimilation chlorophyllienne, mais qu'il provient du saccharose par hydrolyse ; bien plus, il est persuadé que le glucose fait absolument défaut dans les feuilles où manque le saccharose.

Pour ce qui est des relations entre le saccharose et l'amidon dans la feuille de Betterave, elles restent très obscures ; tous deux se forment à la lumière en présence d'acide carbonique ; tous deux disparaissent à l'obscurité ou à la lumière dans un air exempt d'acide carbonique ; dans les conditions où le saccharose est abondant, la feuille est également riche en amidon, ce qui d'ailleurs n'implique pas nécessairement une relation d'origine entre ces deux substances.

Le problème est identique dans toutes les feuilles qui renferment à la fois du saccharose et de l'amidon. Dans les organes autres que les feuilles, on observe tantôt le passage de l'amidon au saccharose› c'est ainsi que la matière amylacée disparaît dans les pommes au cours de la maturation, à mesure que le fruit s'enrichit en saccharose (1) ; mais inversement, dans les organes à réserve amylacée, tubercules de pomme de terre, graines de céréales et de légumineuses, on voit le saccharose, abondant chez les organes jeunes, diminuer en même temps que le poids de l'amidon augmente. La nature, ici encore, paraît ne comporter que des cas particuliers.

c) *Réducteur.* — Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, d'adopter une théorie quelconque sur l'origine du réducteur dans la feuille de Betterave.

Rien n'empêche d'affirmer que le glucose et le lévulose présents dans les limbes proviennent immédiatement de l'assimilation chlorophyllienne, bien que leurs polymères, amidon et saccharose, ne semblent pas résulter de la condensation des hexoses préexistant dans les cellules.

En toute hypothèse, une partie du dextrose et du lévulose du limbe dérive, par hydrolyse, de l'amidon et du saccharose, sous l'influence des enzymes correspondants, invertine et diastase, toujours présents dans les tissus verts ; l'amidon produisant normalement du glucose par dédoublement et le saccharose un mélange à parties égales de dextrose et de lévulose, le glucose devrait prédominer dans les cellules vertes, si les deux hexoses étaient utilisés dans la même proportion ; c'est précisément le contraire qui correspond à la réalité ; le rapport du glucose au lévulose, dans le limbe, est en général notablement inférieur à l'unité. Cette observation a porté nombre d'auteurs à admettre que le glucose seul est brûlé dans la respiration.

---

(1) L. Lindet. *(Bull. Soc. chim.* (3), t. 11, p. 39).

Dans les feuilles étiolées de Betterave, c'est le glucose qui l'emporte sur le lévulose ; la rotation est nettement à droite ainsi que Corenwinder (1) l'avait déjà observé ; les recherches de Lindet ont confirmé ces résultats. Ici le cas est particulièrement simple, le réducteur présent dans les feuilles privées de chlorophylle ne pouvant provenir que de l'hydrolyse du saccharose délivré par la souche. Les limbes étiolés respirent peu activement, consomment par conséquent peu de glucose ; le carbone qui entre dans la composition des tissus est emprunté surtout au lévulose, d'où, d'après Lindet, prédominance du dextrose.

Il est très instructif de connaître la composition du réducteur dans les limbes verts placés en menus fragments sur des solutions sucrées, à l'obscurité. Les cellules se gorgent de sucre, mais quel que soit le sucre en solution, le rapport du dextrose au lévulose reste inférieur à l'unité.

SUCRES	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE	RÉDUCTEUR °/o GR. POIDS FRAIS	Pouvoir rotatoire du réducteur	température des lectures	$\frac{\text{Glucose}}{\text{Lévulose}}$
glucose 10 °/o	3 jours	1, 93	— 28	17°	0, 78
Interverti (invertine) 15 °/o	4 »	4, 06	— 28	17°	0, 78
Interverti (HCl) 15 °/o	3 »	2, 45	— 46	17°	0, 45
glucose 12 °/o	4 »	1, 51	— 42	15°	0, 51

On expliquera difficilement, en dehors de l'hypothèse d'une transformation partielle du dextrose en lévulose à l'intérieur des cellules, que le lévulose puisse prédominer dans une feuille à laquelle on ne fournit que du glucose ; de telles isomérisations sont d'ailleurs fréquentes dans les tissus vivants.

Le problème de l'origine du réducteur est plus complexe encore dans le pétiole ; presque incolore à la base, le pétiole ne possède qu'une activité assimilatrice restreinte et les sucres qu'il renferme doivent lui venir surtout du limbe ; comment expliquer la forte prédominance du glucose dans le réducteur du pétiole lorsque le sucre cristallisable venu du limbe contient surtout du lévulose ? Le pétiole, il est vrai, respire faiblement, environ cinq fois moins que le limbe ; de plus, dans la région du pétiole voisine du collet, les tissus se multiplient activement ; cela suffirait, dans l'hypothèse où le glucose sert à la respiration et le lévulose à l'édification des tissus, pour expliquer l'excès du glucose sur le lévulose dans le réducteur du pétiole ; et de fait, le rapport du glucose au lévulose va en augmentant du sommet du pétiole à la base, à mesure que l'intensité de la respiration diminue et que la prolifération des tissus est plus active.

---

(1) Corenwinder. (*Ann. agron.*, II, p. 39, 1876).

5. *Osmose et diffusion dans la Betterave.* — Considérons deux cellules au contact l'une de l'autre : une cellule de la feuille et une cellule de la souche de Betterave ; la première renferme un mélange de lévulose, de glucose et de saccharose ; dans la seconde, il n'existe que du saccharose avec des traces de réducteur. En réalité, le problème ne se pose pas tout à fait de la sorte ; les cellules de la feuille ne sont en contact avec les cellules de la souche que par l'intermédiaire du pétiole dont la composition varie de la région du limbe à celle du collet. On peut choisir toutefois deux cellules voisines au niveau du collet ; l'une, appartenant à la base du pétiole contient surtout du réducteur ; la cellule inférieure, appartenant au collet renferme presque exclusivement du saccharose. Quels échanges vont se produire entre ces deux cellules ?

Tout d'abord les concentrations moléculaires ne doivent pas être extrêmement différentes de part et d'autre, sans quoi la cellule plus concentrée dessècherait l'autre par plasmolyse. De fait, Maquenne (1) a trouvé des nombres très voisins pour la pression osmotique des feuilles et des racines de Betterave évaluée par cryoscopie.

Les relations entre deux cellules se borneraient à des échanges d'eau si les membranes qui les séparent étaient semi-perméables. Mais, en réalité, il n'y a pas de membrane rigoureusement semi-perméable chez les végétaux. Les substances minérales puisées dans le sol par les racines s'élèvent jusqu'aux feuilles et se répandent à tous les niveaux, à l'intérieur même du protoplasme ; de même, les sucres élaborés par les feuilles se retrouvent sous une forme ou sous une autre jusque dans la racine. L'hémiperméabilité des membranes vivantes n'est jamais que passagère ou partielle ; elle se présente comme une réaction de défense de la cellule contre des éléments toxiques ou des solutions trop concentrées.

---

(1) Maquenne. *(C. R. Ac. Sc.*, t. 121, p. 834, 1895 et *Ann. agron.*, t. 22, p. 5, 1896).

Voyons donc quelles relations s'établissent, au point de vue du transport des hydrates de carbone, entre les deux cellules que nous avons choisies, renfermant l'une un excès de réducteur, l'autre un excès de saccharose.

S'il s'agissait de deux cellules inertes, l'équilibre osmotique et l'équilibre de diffusion seraient obtenus rapidement ; la cellule la plus concentrée prendrait de l'eau à la voisine de façon à uniformiser les concentrations moléculaires ; d'autre part, les sucres se répandraient dans les deux cellules, chacun d'eux occupant tout l'espace qui lui est offert ; c'est le principe même de la diffusion ; l'équilibre une fois réalisé, la composition du mélange des sucres serait identiquement la même dans les deux cellules.

Les choses se passent tout autrement dans la Betterave ; quelles sont donc les particularités tenant à la vie des cellules et d'où résulte, pour le saccharose, l'impossibilité d'exister dans la souche autrement qu'à l'état de saccharose, tandis que les cellules de la feuille ne peuvent tolérer un excès de sucre cristallisable ?

Tout d'abord, il est bien établi que la feuille contient de l'invertine. Supposons que, par diffusion, le saccharose de la souche remonte vers les parties aériennes ; il s'hydrolysera de proche en proche ; les feuilles ne renfermeront donc jamais un excès de saccharose. Si inversement les cellules du collet ont la propriété de polymériser le réducteur venu d'en haut à l'état de saccharose, il est évident que la souche ne pourra contenir que du sucre cristallisable. Dans ces conditions, quels que soient les échanges entre la feuille et la racine, la composition du mélange de sucres qui leur est propre s'explique aisément. Il est vrai que le pouvoir synthétisant des tissus du collet, si vraisemblable qu'il paraisse, est encore à démontrer ; on le déduit, la preuve « *a posteriori* » fait défaut.

Quant à la grandeur des échanges de sucres entre la partie aérienne et la racine, on ne peut douter que le saccharose de la souche ne provienne intégralement des sucres de la feuille ; il ya donc un courant de diffusion de la feuille vers la souche. Le courant inverse, de la racine aux feuilles, semble peu prononcé ; s'il en était autrement, on devrait trouver, à la base du pétiole, une forte proportion de sucre cristallisable, alors que le rapport du saccharose au réducteur y est généralement plus faible que dans le limbe. On ne peut alléguer la présence de l'invertine : il n'en existe que des traces dans le pétiole, au voisinage du collet. Quand le saccharose passe de la racine aux organes aériens, c'est le cas lorsque la Betterave monte à graines, on trouve, à la partie inférieure de la tige, une grande quantité de sucre cristallisable.

Aucune théorie physique ne suffit à rendre compte de ces faits. Dire que les échanges entre feuille et racine sont réglés par les pressions osmotiques, en ce sens que le transport d'hydrates de carbone s'effectue des feuilles à la souche ou de la souche aux feuilles, suivant que la concentration est plus forte dans les feuilles ou dans la racine, c'est constater ce qui se passe, sans en donner l'explication. En effet, quelles que soient les concentrations dans les deux vases d'un appareil à diffusion, il y aura mouvement *dans les deux sens,* jusqu'à ce que l'équilibre de pression et l'identité de composition chimique soient établis ; l'égalité primitive des pressions ne supprimera pas les échanges, si les subtances dissoutes de part et d'autre sont différentes.

Il semble très simple à certains auteurs d'admettre que les membranes cellulaires, dans la région du collet, tout en laissant passer le glucose, sont hémiperméables à l'égard du saccharose, de telle sorte que le sucre une fois emmagasiné dans la souche n'a plus possibilité d'en sortir. Outre que l'explication physique est un peu fantaisiste, on ne peut douter que, dans certains cas, le saccharose ne soit en état de quitter la racine, par exemple, lorsque la Betterave végète à l'obscurité ou encore, en seconde année, lorsqu'elle se vide pour alimenter la tige.

Serait-il plus commode d'interpréter les faits dans l'hypothèse que, seul, le saccharose peut avoir accès dans la racine, à l'exclusion du réducteur ? On est alors dans l'obligation d'admettre les conséquences suivantes : (1° Jusqu'au niveau du collet, les membranes cellulaires du limbe et du pétiole sont perméables, à la fois, au réducteur et au saccharose ; au-delà, le saccharose seul est admis à descendre dans la racine ; (2° Les assises cellulaires du collet, perméables de haut en bas pour le saccharose, ne le sont plus en sens inverse ; (3° La pression osmotique n'intervient en aucune façon, les échanges entre feuilles et racine portant uniquement sur l'infime quantité de saccharose présente à la base du pétiole.

Il est difficile d'accumuler plus d'invraisemblances physiques ; et cependant toutes ces difficultés ne suffisent pas à discréditer la théorie de l'emmagasinement pur et simple du saccharose dans la souche puisque la théorie opposée n'est pas absolument démontrée et se heurte elle-même à de sérieuses difficultés.

6. *Elaboration des sucres par les feuilles et richesse saccharine de la souche.* — Il existe, de toute évidence, une relation entre la quantité d'hydrates de carbone élaborée par les feuilles et la quantité de sucre emmagasinée dans la racine de Betterave. Les mêmes circonstances qui favorisent l'élaboration des sucres par les organes verts doivent favoriser également l'accumulation du saccharose dans la souche.

Si l'on admet l'hypothèse de l'émigration du saccharose comme tel, la seule chose à considérer est la teneur des feuilles en sucre cristallisable ; mais si le réducteur pénètre dans la souche aussi bien que le saccharose, c'est la richesse des limbes en sucre total qui est intéressante ; peu importe, d'ailleurs, que le réducteur soit le produit immédiat de l'assimilation chlorophyllienne ou qu'il résulte de l'hydrolyse du saccharose.

D'après A. Girard, les quantités de saccharose contenues dans les limbes se montrent intimement dépendantes de la quantité de lumière que la plante a récemment reçue ; si la journée a été lumineuse, ces quantités sont considérables à la fin du jour ; quelquefois, (en 1883), elles se sont élevées jusqu'à près de 1 °/₀ ; si la journée a été sombre, elles sont moindres. Ces conclusions s'appuient sur le tableau de dosages suivant, devenu classique.

DATE	MÉTÉOROLOGIE	SACCHAROSE °/$_{0}$gr DE LIMBES FRAIS
19, VI, 16 h.	froid et pluie	0,44
3, VII, —	brume et pluie	0,34
8, VIII, —	chaleur et lumière	0,97
6, IX, —	pluie	0,67
20, — —	pluie	0,61
26, — —	lumière	0,94
4, X, —	pluie	0,40
9, — —	lumière	0,50

En consequence de ces observations, l'opinion s'est accréditée, surtout parmi les Chimistes de sucrerie, que la richesse saccharine de la Betterave dépend essentiellement de la quantité de lumière et par suite de chaleur, reçue au cours de la végétation.

Cependant la Betterave est une plante du Nord. On connaît la richesse des Betteraves cultivées sous le ciel brumeux de la Hollande et de la Prusse orientale. D'une façon générale, la Betterave est riche en sucre dans le nord de l'Europe dont le climat est humide et froid, plus riche que dans les pays du Midi, en Hongrie méridionale et dans le Milanais, où cependant les terres sont excellentes, tant au point de vue chimique qu'au point de vue mécanique.

Mieux que cela, l'année 1911, très chaude et très lumineuse, a donné, contre toute attente, une mauvaise récolte, tandis qu'en 1912, malgré le temps généralement froid et pluvieux, la Betterave était très riche.

On a cherché toutes sortes d'explications. D'après le professeur Stoklasa, conseiller de la Cour impériale, la terre fortement éclairée, emmagasine une énergie rayonnante, les rayons ultra-violets, susceptible d'être récupérée plus tard ; la Betterave aurait donc bénéficié, en 1912, de l'énergie accumulée en excès l'année précédente.

Le professeur Adolph Ernest, de l'Ecole polytechnique tchèque de Prague a, de son côté, émis la théorie suivante : « La grande quantité de lumière reçue par les plantes en 1911 est restée dans les graines, sous forme d'énergie latente, d'où la riche végétation de 1912 ».

M. Saillard pense que l'année 1911, avec sa grande sécheresse et des récoltes très faibles, pourrait être considérée comme une demi-jachère dont les récoltes ont largement profité l'année suivante.

Au contraire, M. Strohmer, directeur du laboratoire des Fabricants de sucre d'Autriche-Hongrie, à la suite de S. Strakosch et du professeur Andrlik, est d'avis qu'une lumière trop intense est nettement contraire au bon développement de la Betterave ; c'est la lumière diffuse qui favorise davantage l'élaboration du sucre par les feuilles.

C'est bien là le sens d'une communication de Müntz (1) sur « la luminosité et l'assimilation végétale ». Il y a toujours assez de radiation solaire pour déterminer l'assimilation de l'acide carbonique et il importe peu que le ciel soit assombri par les nuages ou que le soleil soit radieux ; l'assimilation est limitée par la proportion d'acide carbonique, mais non par l'intensité des radiations solaires ; cela explique pourquoi les récoltes sont aussi abondantes par les années sombres que par les années ensoleillées. Si l'on observe le contraire dans les expériences de laboratoire, c'est parce qu'on enrichit en acide carbonique l'atmosphère où plongent les organes verts, afin de pouvoir mesurer l'intensité de l'assimilation par la perte du gaz.

Lubimenko (2), dès 1907, était arrivé à la même conclusion ; d'après lui, au point de vue de l'assimilation du carbone atmosphérique, il y a, dans la nature, un excès de lumière pour beaucoup de plantes de notre climat ; quelques espèces seulement, pauvres en chlorophylle, produisent leur maximum de substance sèche à la lumière du jour peu atténuée ou même non atténuée.

Les expériences de Müntz ont porté sur la luzerne uniquement, pendant les années 1910, 11, 12 ; il serait bien téméraire d'assimiler la Betterave à la luzerne, surtout si l'on tient compte de ce fait banal que le développement exagéré des feuilles, chez la Betterave et la plupart des plantes à rhizome, à tubercules ou à racine tubéreuse, nuit à la richesse de la partie souterraine.

---

(1) Müntz. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 156, p. 368, 1913).

(2) W. Lubimenko. (*C. R. Ac. Sc.*, 9 décembre 1907).

R. Combes (1), dans un travail d'ensemble portant sur les plantes les plus diverses, a repris la question de l'action de la lumière sur les végétaux et déterminé les intensités lumineuses optima correspondant aux divers stades du développement. Les faits mis en évidence dans ses recherches conduisent à la conception suivante de l'action générale de la lumière sur le développement des plantes : « Les fortes intensités lumineuses provoquent, chez les végétaux, l'*accumulation* des composés nutritifs élaborés dans les parties vertes et favorisent, par conséquent, la formation des organes de réserve (rhizomes, tubercules, fruits, etc.) ; tandis que les éclairements faibles déterminent, au contraire, l'*utilisation* des substances nutritives et accélèrent, par conséquent, la production des organes de vie active (tiges herbacées, feuilles, etc.) ».

Il y a longtemps que Gaston Bonnier (2), dans ses recherches expérimentales relatives à l'influence du climat alpin sur le développement des végétaux, a fait observer que les organes souterrains des plantes croissant à une altitude élevée sont beaucoup plus développés que ceux des mêmes espèces cultivées en plaine et que, sous l'action du climat alpin, l'ensemble des parties souterraines devient plus important par rapport à l'ensemble des parties aériennes. L'éclairement, d'après G. Bonnier, est l'une des causes principales qui interviennent dans les modifications déterminées par le climat des hautes altitudes et c'est à l'intensité de la lumière qu'il faut attribuer la formation de réserves abondantes dans les parties souterraines des plantes alpines.

Est-ce la raison pour laquelle Strohmer a obtenu d'excellents résultats en essayant de cultiver la Betterave dans le Tyrol, à une altitude dépassant 800 mètres ? Il a récolté de grosses betteraves, riches en sucre, et les betteraves mères ont donné de bonnes graines.

M. Deutsch (3) a recueilli des observations analogues dans une station de régénération située en pays montagneux. Les betteraves y sont belles et très riches, quoique la période de végétation ne commence qu'à la fin d'avril pour se terminer dès le milieu d'octobre.

---

(1) R. Combes. Détermination des intensités lumineuses optima. *(Ann. Sc. nat.,* 9ᵉ série, Botanique, tome XI, pages 75-254, 1910).

(2) Gaston Bonnier. *(Bull. Soc. Bot.*, t. XXXV, p. 436, 1888 et *Ann. Sc. nat.* Botanique, 7ᵉ série, t. XX, p. 217, 1895).

(3) Maurice Deutsch. La richesse des betteraves à sucre de la récolte 1912. *(Bull. Chim. Sucr. Distill.*, XXX p. 817, 1913).

Mais, d'après Deutsch, c'est principalement à l'abondance d'eau que sont dus ces résultats ; dans les montagnes, les pluies sont fréquentes et la rosée plus abondante ; or l'eau en grande suffisance est un facteur essentiel à la végétation de la Betterave, à côté duquel une lumière plus ou moins intense et un nombre plus ou moins grand de calories n'ont qu'une influence secondaire.

La taille et la richesse des betteraves cultivées dans les plaines brumeuses et humides du Nord semblent également indiquer que, toutes autres conditions remplies, la Betterave préfère plus d'eau et moins de lumière.

Cependant, il n'existe pas d'expériences systématiques permettant de classer par ordre d'importance les trois facteurs humidité, chaleur, lumière, dans leur action sur la végétation de la Betterave. Les arguments tirés de la grande culture sont insuffisants, pour la raison évidente que les régions du Nord où la lumière est faible sont en même temps celles qui reçoivent le plus d'eau. La comparaison des récoltes, pour les années successives, ne conduit pas davantage à des conclusions certaines : les années 1910 et 1912 furent à la fois sombres et humides ; en 1911, il y eut de la lumière et de la chaleur en abondance, mais pas d'eau. Si la lumière et la chaleur s'accompagnent de sécheresse, ce qui est souvent le cas, mieux vaut un peu plus d'eau et moins de lumière. Rien, plus que la sécheresse, ne contrarie le bon développement de la Betterave ; non seulement les feuilles anciennes se fanent et cessent de remplir leur rôle d'élaboration, mais les nouvelles feuilles qui se forment à la reprise de la végétation épuisent partiellement la souche ; c'est ce qui s'est passé presque partout en 1911 ; le même phénomène se reproduit chaque année, avec plus ou moins de gravité, dans la région betteravière du nord de l'Italie.

Dans ses expériences sur la Luzerne, Müntz a isolé, au cours des années 1910, 11 et 12, les deux facteurs lumière et humidité en répartissant sur les champs d'expérience, pendant ces trois années, une égale quantité d'eau ; il a pu, de la sorte, constater l'influence nettement défavorable de la lumière trop intense. Mais étant donné que le développement exagéré des feuilles nuit au rendement de la souche dans la Betterave, rien ne prouve que la lumière atténuée soit plus favorable que la lumière directe au bon développement et à la richesse saccharine de la souche. *(A suivre)*

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'École d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Février 1917

N° 338

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1917

I. — RENÉ ZEILLER *(suite)* (avec un portrait) par M. **Gaston Bonnier** 33

II. — LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE. — FORMATION ET DISPARITION *(suite)*, par M. **H. Colin** . . 56

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

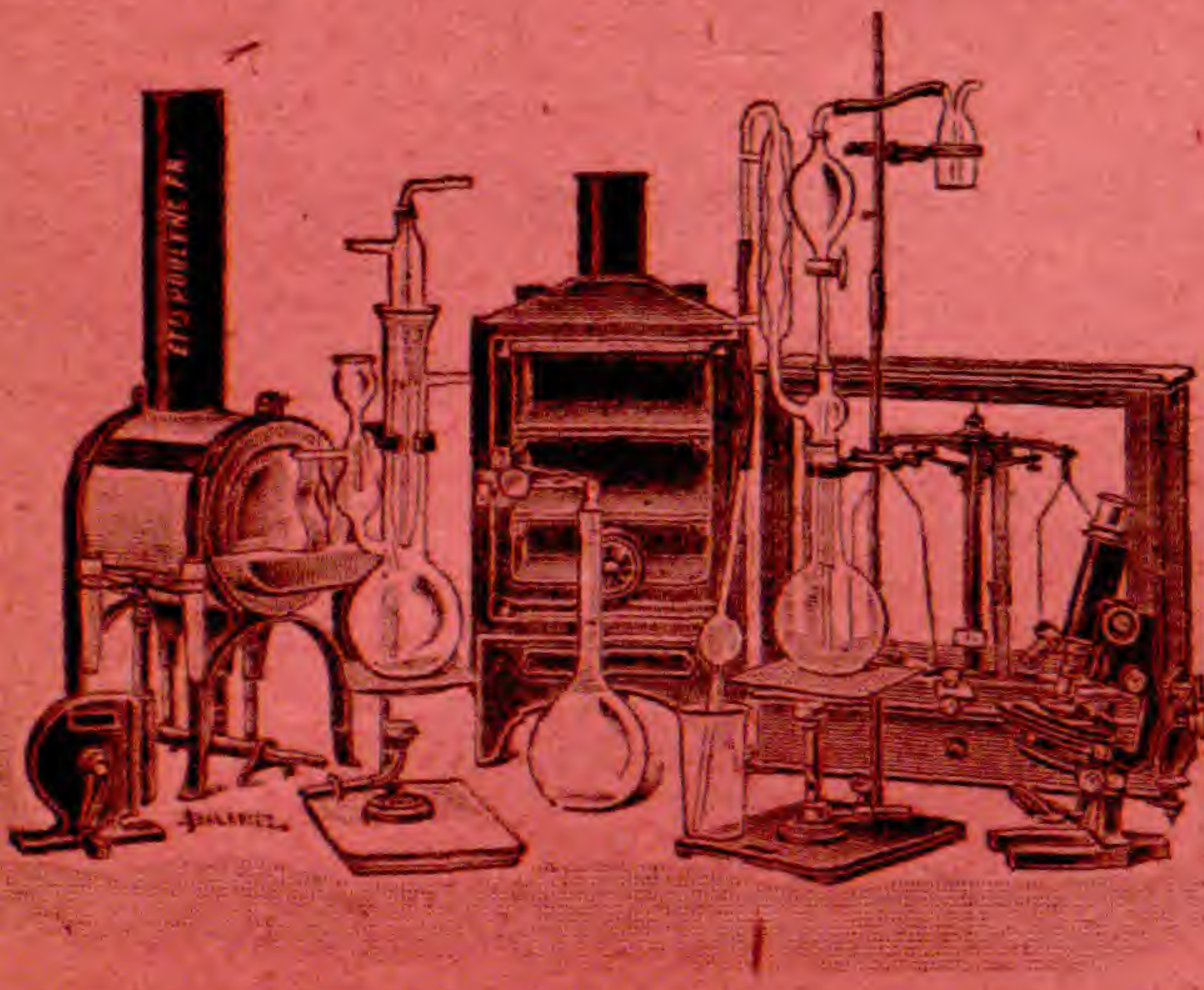
REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82**, rue de Rivoli, **PARIS.**

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
816-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR

ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires

PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

F. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^{ie}

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

Nemours. — Imprimerie Nemourienne, H. Bouloy. *Le Gerant :* Henri Bouloy.

RENÉ ZEILLER

(suite)

Conclusion.

Je terminerai cette Notice par quelques pages consacrées à la suite chronologique des recherches de René Zeiller et surtout aux vues d'ensemble qu'il a exposées sur la Paléontologie végétale.

L'activité de Zeiller ne s'est jamais ralentie depuis la publication de son premier travail en 1870 (1) jusqu'à celles qu'il a pu faire alors que le torturait déjà la maladie inexorable qui l'a emporté. En effet, il faisait encore paraître en 1914 une étude sur les plantes wealdiennes recueillies au Pérou par le capitaine Berthon (2), et en 1915, très peu de temps avant sa mort, il publiait un volume du plus grand intérêt sur l'histoire de la Paléobotanique, qui s'est trouvé former comme le couronnement de son œuvre.

Chaque année, on voit apparaître d'assez nombreuses Notes du savant et souvent d'importants Mémoires que l'on trouve dans les publications scientifiques les plus diverses.

Comme il était naturel, les premiers travaux du jeune ingénieur des mines eurent pour objet des sujets techniques de métallurgie, de Géologie appliquée à la recherche des gîtes métallifères, de lithologie ou de minéralogie. Et cependant, ce n'étaient là pour ainsi dire que des recherches de métier, presque imposées par les missions qui lui avaient été assignées. En effet, comme Zeiller le dit lui-même quelque part, dès le début de sa carrière, dès 1871, il avait « étendu aux plantes fossiles ses affections de jeune homme pour les plantes vivantes ». Mais encore, pour publier quelque chose d'original sur les empreintes végétales fallait-il avoir des matériaux inédits ; les premiers furent ceux que lui fournirent Mallard et Fuchs, provenant du bassin de la Ternera, au Chili, et qui, en 1875, donnèrent à Zeiller l'occasion de publier son premier Mémoire important dans lequel il se montrait déjà comme un novateur ; et encore trop peu confiant en lui-même, crut-il devoir alors soumettre ses déterminations de plantes fossiles à Schimper, le célèbre Professeur de Strasbourg, lequel confirma complètement toutes les dénominations du jeune paléobotaniste.

---

(1) Note sur un procédé de désargentation des plombs d'œuvre (*Annales des Mines*, 6ᵉ sér., t. XVII, p. 447 — en collaboration avec M. A. Henry).

(2) Tome 25 bis de la *Revue générale de Botanique*, (Livre offert à M. Gaston Bonnier), à propos de la 25ᵉ année du Laboratoire de Fontainebleau en une séance dont René Zeiller avait accepté la présidence.

Dès lors, les publications scientifiques de René Zeiller sont toutes presque exclusivement consacrées à sa science favorite. Mais si dans la liste chronologique de ces travaux on remarque une singulière intercalation de ceux qui se rapportent à la Botanique pure au milieu de ceux qui ont trait aux flores fossiles, ce n'est nullement le résultat d'une incohérence ou d'un changement alternatif d'orientation dans l'esprit de l'auteur. En effet, si l'on examine attentivement chaque Note ou chaque numéro, si l'on recherche la provenance des plantes fossiles étudiées, on s'aperçoit que les deux points de vue se rapprochent. C'est souvent à la suite de l'étude d'une flore donnée que certains types végétaux frappent plus particulièrement l'attention du savant, et alors Zeiller cherche à se procurer dans divers gisements les échantillons qui lui facilitent l'examen plus approfondi de la forme et de la structure de ces végétaux qui lui ont paru intéressants au point de vue de la Botanique générale. Réciproquement, cette étude botanique approfondie des types fossiles lui permet de reconnaître et de déterminer avec plus de sécurité les genres et les espèces ou même les divers débris d'organes qui lui paraissent caractéristiques de telle ou telle flore dont il entreprend l'étude. Ainsi s'enchaînent en s'entremêlant les publications qui suivent l'une ou l'autre orientation de l'œuvre de Zeiller.

Certes, il faut toutefois excepter certains travaux. Les uns résultent de réponses scientifiques à diverses questions litigieuses qui lui ont été posées par différents savants, les autres sont venus comme à l'aventure et proviennent d'observations directes faites par le paléobotaniste. De ces dernières je citerai un exemple très caractéristique. On sait que Nathorst a démontré que les célèbres Bilobites, regardées comme des Algues fossiles, ne sont autre chose que des moulages de pistes d'animaux marins, Crustacés ou autres. Un jour, Zeiller, se promenant sur les bords d'un marais desséché, voit au fond de ce marécage des traces, souvent ramifiées, offrant des protubérances régulières qui simulaient des mamelons foliaires très analogues à ceux de certaines Conifères fossiles du genre *Brachyphyllum*, et, en les étudiant sur place, il s'aperçoit que ce sont simplement des galeries creusées à faible profondeur par des Courtilières. Il publie alors le résultat de ces curieuses observations comme une addition aux études de Nathorst, donnant ainsi un nouvel exemple très net des confusions étranges que l'on peut faire en étudiant superficiellement les empreintes fossiles et en se laissant tromper par des similitudes apparentes dans les formes.

On trouve aussi çà et là dans la liste chronologique, quelques publications de Zeiller qui ne se rapportent ni aux plantes fossiles, ni à la comparaison de celles-ci avec les plantes vivantes. Ce sont encore des faits provenant de remarques faites au cours des promenades de Zeiller; mais cette fois ce sont des promenades botaniques, comme celle de son enfance et de sa jeunesse. Parmi ce genre de remarques, on peut citer les plus intéressantes au point de vue de la Géographie botanique des plantes vivantes telles que la découverte du *Lycopodium complanatum* dans les Vosges, du *Trichomanes speciosum* aux environs de Pau ou de l'*Aspidium Braunii* dans la chaîne des Pyrénées.

Enfin je ne parlerai que pour mémoire des Biographies de savants, comptes-rendus d'ouvrages ou diverses analyses bibliographiques. Il faut cependant mentionner la suite des « Revues annuelles de Paléontologie végétale » publiées depuis 1887, d'abord dans l'*Annuaire Géologique universel* et plus tard dans la *Revue générale de Botanique*. C'est qu'en effet l'on trouve dans cette publication régulière qui rend compte des progrès de cette partie de la Science, non pas simplement les comptes-rendus de toutes les publications des auteurs, mais leur appréciation raisonnée, leur critique et çà et là, à ce propos, des vues originales de Zeiller ou même la publication de faits inédits qui ne sont pas reproduits dans ses Mémoires ou dans ses notes.

L'ensemble des travaux de Zeiller se trouve résumé, à côté des recherches des autres Paléobotanistes, dans l'ouvrage *Eléments de Paléobotanique* que le Professeur de l'École des Mines a fait paraître en 1900. On y trouve sous une forme claire et condensée l'exposé complet de la Botanique fossile traitée à tous les points de vue. Ce qu'il y a de plus intéressant dans ce livre ce sont les deux derniers chapitres, l'un sur la succession des flores et des climats aux diverses périodes géologiques, l'autre sur l'évolution des formes végétales.

En réunissant tous les documents possibles sur la distribution des plantes aux différents étages, Zeiller trace un admirable tableau des flores successives du globe, mais en restant toujours dans la stricte limite des faits parfaitement constatés et sans s'illusionner sur la pénurie relative des matériaux connus par rapport au nombre considérable de végétaux qui ont certainement existé sans qu'on en ait trouvé aucune trace dans les sédiments. Cette pauvreté de documentation, c'est Zeiller lui-même qui en a fourni les preuves les plus évidentes, ne serait-ce que par le travail de lui que j'ai cité plus haut : un seul exemplaire authentique d'une seule Mousse, et d'organisation élevée, trouvé dans les couches carbonifères, puis aucune trace quelconque de Muscinées jusqu'à l'époque tertiaire !

La nature des espèces qui constituent ces flores éteintes donne évidemment, mieux que la nature des espèces animales, des indications précieuses sur les climats successifs et sur leur distribution à la surface du globe. En effet, comme dans une flore déterminée, à uue époque géologique d'âge relatif incontestable, on trouve çà et là des types végétaux bien conservés et presque identiques à des espèces actuellement vivantes, on est en droit d'en conclure que ces végétaux se développaient au milieu de conditions extérieures analogues et par conséquent dans un climat comparable à celui dans lequel vit la plante actuelle presque identique. D'autre part, même pour des espèces très différentes de celles d'aujourd'hui, si l'ensemble tout entier d'une flore s'étend, à la même époque géologique, en des contrées très différentes et éloignées les unes des autres, il est parfaitement clair que cette végétation se développait alors pour toutes ces contrées à la fois dans un même climat.

Autant qu'on peut en juger par les documents connus, il semble résulter de toutes ces études que le climat a été maintenu longtemps sensiblement uniforme à toutes les latitudes et que la spécialisation de climats divers sur la Terre n'a guère dû commencer à se produire que vers le milieu de l'époque crétacée. D'ailleurs, même pendant l'époque tertiaire, ne trouve-t-on pas de singulières anomalies dans la distribution des végétaux ? Comment pouvait-il se faire alors qu'on rencontrât au Groënland, au Spitzberg, à la Terre de Grinnell, une végétation arborescente et herbacée formée par des espèces qui vivent aujourd'hui dans un climat très tempéré (de 18° de température moyenne annuelle), ou même plus chaud (de 22° de température moyenne) ?

Zeiller examine la question et la serre de près. Avec une logique convaincante, il élimine aussi bien l'explication de ces changements donnée par le déplacement des pôles que celle qui résulterait de la diminution du diamètre apparent du Soleil. « Il semble donc, en fin de compte, dit-il, qu'il faille s'en tenir uniquement, comme explication des faits constatés, à l'élévation plus grande de la température moyenne annuelle, imputable peut-être à une épaisseur plus forte de l'atmosphère terrestre ».

Quant à l'évolution du Monde végétal, Zeiller s'est montré particulièrement frappé de ce double ensemble de faits : d'une part d'évidents passages entre les formes principales, la présence d'êtres intermédiaires — aujourd'hui disparus — venant combler les failles qui séparent actuellement beaucoup de grands groupes les uns des autres ; d'autre part les fossés profonds qui entourent de tout côté d'autres classes de plantes, sans qu'il soit possible de trouver le moindre pont qui puisse franchir ces fossés. Pour certaines parties du règne végétal la continuité, pour d'autres la discontinuité. Des transitions, par exemple, entre les Cryptogames et les Gymnospermes, entre les classes différentes de Filicinées ; aucune transition entre les Gymnospermes et les Angiospermes, entre les Characées et les autres végétaux Cryptogames. En outre, dans les cas assez rares ou la Paléontologie fournit des documents très nombreux et des empreintes bien conservées, Zeiller constate que si l'on suit les formes analogues dans le temps, ou bien elles ne changent pas, ou bien elles semblent se modifier souvent d'une façon brusque et non par gradation insensibles. On peut se rendre compte de l'impression qu'a laissé au savant toute l'accumulation de ses recherches en citant la phrase suivante de la Conférence qu'il a faite à Fribourg en 1907 :

« Toutes les observations concordent ainsi à nous montrer les espèces demeurées semblables à elles-mêmes pendant de longues périodes de temps, et les formes voisines qui les remplacent à un moment donné apparaissent tout à coup et sans transitions appréciables, tout en offrant avec elles des affinités assez évidentes pour que l'idée de relation de parenté s'impose à notre esprit ».

Mais, comme Zeiller le fait remarquer ailleurs dans bien des cas, ces relations de parenté s'imposent pour certains groupes de végétaux dans l'intérieur du cycle qui les circonscrit, parfois même entre deux grandes divisions du Règne végétal ; tandis que d'autres relations de parenté semblent très probables entre d'autres formes, dans l'intérieur d'autres cycles ou parfois même entre d'autres grandes divisions du Règne végétal. Il y a donc à la fois une sorte de parallélisme entre les classes végétales qui évoluent et une sorte de variation par saccades dans chaque évolution parallèle.

En somme, ce sont là des résultats généraux qui font penser rétrospectivement à l'hypothèse simpliste de Cuvier sur les créations successives, avec cette différence que les soi-disant créations de Cuvier seraient ici persistantes et viendraient peu à peu disposer les êtres différents les uns à côté des autres.

Dès lors quelle est la théorie de l'évolution qui se prêterait le mieux à l'interprétation de l'ensemble de ces faits ?

Dans le Lamarckisme pur, et surtout le Darwinisme il est supposé que *tous* les êtres sont parents entre eux et dérivent les uns des autres, issus de parents communs apparus sur la Terre à l'origine du monde organisé. Quel que soit le mécanisme invoqué pour expliquer les transformations des espèces, il ne saurait expliquer ni le parallélisme ni la discontinuité.

La théorie des mutations de Hugo de Vries ? Certes, avant de connaître très exactement sur quelles expériences elle est fondée, cette théorie a pu séduire un moment l'esprit de Zeiller ; car si cette théorie des mutations était démontrée dans sa généralité, elle expliquerait les discontinuités observées, les transformations brusques. Mais suffit-il des remarquables expériences du Professeur d'Amsterdam sur l'*Œnothera Lamarckiana* pour étendre les résultats observés, par interpolation, à l'ensemble de tous les êtres vivants distribués dans le temps et dans l'espace ? Zeiller s'est bientôt convaincu qu'il n'en est rien.

La théorie de Lord Kelvin et d'Arrhénius sur le panspermisme interastral? Elle a également touché l'esprit du paléobotaniste parce que, si elle était prouvée, elle expliquerait le parallélisme observé. En effet, si les êtres les plus simples, origines des autres plus différenciés, arrivent successivement du dehors, toute l'évolution recommence toujours, les êtres ne sont plus tous parents entre eux, mais parents par séries successives, se superposant les unes aux autres et rendant la végétation du globe de plus en plus complexe à mesure que la Terre avance en âge.

Mais, Lamarckisme, Darwinisme, Mutations, Panspermisme, ne sont-ce pas là des rêves et des chimères que René Zeiller, épris des faits incontestablement démontrés, devait laisser de côté ? Oui, sans aucun doute, et René Zeiller en était arrivé finalement à cette conviction, partagée par beaucoup de grands Naturalistes de nos jours : nous n'avons pas d'autre manière d'expliquer les faits observés que la notion du transformisme, et ce transformisme inévitable, son mécanisme nous échappe.

LISTE DES TRAVAUX DE R. ZEILLER

Les grands ouvrages sont indiqués en petites capitales.

Les mémoires et articles de paléobotanique, botanique vivante, géologie et autres travaux personnels sur des sujets divers en caractères ordinaires.

Les revues de paléobotanique, les comptes-rendus détaillés et les préfaces en italiques.

Les autres comptes-rendus, analyses, extraits, traductions (1), en petits caractères.

Abréviations courantes. — Ann. M. = Annales des Mines.
— Bull. Soc. Géol. Fr. = Bulletin de la Société Géologique de France.
— Bull. Soc. Bot. Fr. = Bulletin de la Société Botanique de France.
— C. R. Ac. Sc. = Comptes-rendus de l'Académie des Sciences.

1870

1. Note sur le procédé de désargentation des plombs d'œuvre appliqué à l'usine de MM. Herbst frères, à Call (Eifel) *(Annales des Mines,* 6^{me} Série, T. XVII, p. 447-455). *(En collaboration avec* Ad. Henry*)*.

1871

2. Mémoire sur le Siebengebirge et l'Eifel *(Ann. M.,* 6^{e} S., T. XIX, p. 61-166, pl. II).

1873

3. Mémoire sur les roches éruptives et les filons métallifères du district de Chemnitz (Hongrie) *(Ann. M.,* 7^{e} S., T. III, p. 207-401, pl. VI-VIII). *(En collaboration avec* Ad. Henry).

4. Statistique de l'industrie minérale de l'Allemagne. Extrait de la *Zeitschrift für das Berg, Hütten und Salinen-Wesen (Ann. M.,* 7^{e} S., T. III [Bulletin], p. 429-436).

5. L'Académie des Mines et des Forêts de Chemnitz (Hongrie). Extrait de G. Faller, *Gedenkbuch zur hundertjährigen Gründung der K. u. Berg-und Forst-Akademie (Ann. M.*, 7^{e} S., T. III [Bulletin], p. 437-450).

1874

6. *Le « Traité de Paléontologie végétale » de M. Schimper (Revue Scientifique, 30 mai 1874, p. 1144-48; 28 novembre 1874, p. 527-528).*

7. Remarques sur le minerai d'étain détritique du Cornwall. Traduction par extraits du mémoire de H. William Jory Henwood, publié sous ce titre dans le *Journal of the Royal Institution of Cornwall*, 1873, n° XV *(Ann. M.,* 7^{e} S., T. VI, p. 114-130).

---

(1) On n'a pas fait figurer dans cette liste un certain nombre d'extraits insérés aux *Annales des Mines* avec l'indication qu'ils étaient dus à M. Zeiller, mais qui, ne portant pas sa signature, et ne comportant pas de traduction, ne sauraient être comptés parmi ses travaux.

8. Statistique minérale de l'Angleterre pour les années 1872 et 1873. Extrait des *Mineral Statistics of the United Kingdom*, dressées et publiées par M. Robert Hunt (*Ibid* [Bulletin], p. 606-608).

9. Statistique de l'Industrie minérale de l'Italie pour l'année 1872. Extrait de la *Relazione sulla industria mineraria in Italia nel 1873* par Giulio Arsiero *(Ibid.*, p. 619-627).

1875

10. Note sur les plantes fossiles de la Ternera (Chili) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e S, T. III, p. 572-574, pl. XVII).

11. Note sur quelques troncs de fougères fossiles *(Ibid.*, p. 574-579, pl. XVII-XVIII).

12. Statistique de l'industrie minérale de la province de Hainaut et de la production houillère de la Belgique en 1873 et 1874. Extrait des rapports adressés à M. le Ministre des Affaires Etrangères par M. E. Bouillat, consul général de France à Anvers, et par M. Ch. Chazal, vice-consul de France à Mons *(Ann. M.*, 7e S., T. VIII [Bulletin] p. 717-719).

13. Statistique minérale de l'Angleterre pour l'année 1874. Extrait des *Mineral Statistics of the United Kingdom (Ann. M.*, 7e S., T. VIII [Bulletin], p. 720).

1876

14. Institutions pour l'amélioration de la condition des ouvriers dans les établissements miniers de la Prusse d'après la brochure *Die Einrichtungen zum Besten der Arbeiter auf den Bergwerken Preussens* publiée par le Ministère du commerce, de l'industrie et des travaux publics de Berlin, 1875 *(Ann. M.*, partie administrative, 7e S,, T. V, p. 17-61).

15. Statistique de l'industrie minérale de la Prusse. Extrait de la *Zeitschrift für das Berg, Hütten und Salinen-Wesen (Ann. M.*, 7e S., T. IX, p. 627-645).

16. Statistique de la production du pétrole en Pensylvanie. Extrait du *Special Report of Pensylvania*, par M. Henry E. Wrizby, *Second Geological Survey of Pensylvania (Ibid.*, T. X, p. 656).

1877

17. Note sur la modification apportée aux électrosémaphores de MM. Lartigue et Tesse dans le type adopté par la Cie d'Orléans *(Ann. M.*, 7e S., T. XII, p. 225-236, pl. VII).

18. *Flore carbonifère du centre de la France. Travaux de M. Grand'Eury. (Revue Scientifique, 30 juin 1877, p. 1254-1256).*

19. *Détermination des étages houillers à l'aide de la flore fossile. Résumé des travaux de M. Grand'Eury. (Ann. M.,* 7e S., *T. XII, p. 341-391).*

20. Gisements de charbon du Cap de Bonne-Espérance. Extrait d'un rapport de M. Lauer, consul de France au Cap de Bonne-Espérance, à M. le Ministre des Affaires étrangères, et d'un article du *Standard and Mail* annexé à ce rapport *(Ann. M.*, 7e S., T. XII [Bulletin] p. 542).

1878

21. Note sur quelques collections de plantes fossiles du terrain carbonifère supérieur (Guide du Géologue à l'Exposition universelle de 1878, p. 15-20, 23-25. — Congrès international de Géologie tenu à Paris en 1878, p. 297-303 [1880]).

22. Sur une nouvelle espèce de *Dicranophyllum (Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e S., T. VI, p. 611-615, pl. X). Le tirage à part porte la date de 1880, et l'auteur a fait figurer l'article à cette date dans sa Notice sur ses travaux scientifiques (1895, no 166).

Atlas des Végétaux fossiles du terrain houiller, voir no 23.

1879

23. VÉGÉTAUX FOSSILES DU TERRAIN HOUILLER (Explication de la carte géologique de la France, T. IV, 2^e^ partie, 186 p. Pl. CLIX-CLXXVI. 1878 [Atlas], 1879 [Texte]. Publié à part sous le titre VÉGÉTAUX FOSSILES DU TERRAIN HOUILLER DE LA FRANCE. Texte de 187 p., Atlas de 18 pl. [1880].

24. Présentation de l'Atlas du tome IV de l'Explication de la Carte géologique de France et Note sur le genre *Mariopteris* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e^ S., T. VII, p. 72-99, pl. V-VI).

25. L'éruption de l'Etna (*Revue Scientifique,* 12 juillet 1879, p. 35-38).

26. Le puits artésien de Budapesth, d'après le mémoire de M. Zsigmondy dans le *Jahrbuch des K. K. Reichsanstalt,* T. XVIII, fasc. 4 (*Ann. M.*, 7^e^ S., T. XV [Bulletin], p. 635-636).

1880

27. Note sur quelques plantes fossiles du terrain permien de la Corrèze (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e^ S,, T. VIII, p. 196-211, pl. IV-V. — *Bull. Soc. scient., hist. et archéol. de la Corrèze,* T. VI, p. 545-576 [1881]).

28. Note sur des cuticules fossiles du terrain carbonifère de la Russie centrale (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XXVII, p. 348-353).

Guide du Géologue, v. 1878, n° 21.

Sur une nouvelle espèce de *Dicranophyllum*, v. 1878, n° 22.

Végétaux fossiles des terrains houilliers de la France, v. 1879, n° 23.

1881

29. Observations sur le *Sphenopteris Sauveurii* (*in* F. Crépin, Nouvelles observations sur le *Sphenopteris Sauveurii, Bull. Soc. royale de Botanique de Belgique,* T. XX, p. 26-30).

30. Note sur les empreintes végétales des grès dévoniens de Caffiers (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, T. 8, p. 501-504).

31. Note sur la situation des stomates dans les pinnules du *Cycadopteris Brauniana* Zigno (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XXVIII, p. 22-26).

32. Note sur les stomates en étoile observés chez une plante fossile [*Frenelopsis Hoheneggeri* Ettingh. (sp.)]. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XXVIII, p. 210-214).

33. Découverte du *Lycopodium Complanatum* L. dans les Vosges (*Bull. Soc. Bot. Fr.* T. XXVIII, p. 243).

34. Rapport sur les produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie. Section I : Substances minérales et métaux précieux, 108 p. (Rapports du Jury international de l'Exposition universelle de 1878. Ministère de l'Agriculture et du Commerce).

Sur quelques plantes fossiles du terrain permien de la Corrèze, voir 1880, n° 27.

35. Exploitation des mines métallurgiques de la Gaule, d'après l'article de M. Daubrée, *Aperçu historique sur l'exploitation des mines métallurgiques de la Gaule,* dans la *Revue archéologique*, Avril, Mai, Juin 1881 (*Ann. M.*, 7^e^ S., T. XX [*Bulletin*] p. 560-563).

36. Gîtes de pétrole des Landes de Lünebourg. Extrait d'un rapport adressé par M. Matthey, consul de France à Brême, à M. le Ministre des Affaires Etrangères et d'une brochure intitulée *Das Vorkommen des Petroleums in Nordwestlichen Deutschland, insbesonders in der Lüneburger Heide,* par M. Noldeke (*Ibid.*, p. 563-564).

1882

37. Observations sur quelques cuticules fossiles *(Annales des Sciences naturelles,* 6ᵉ S., *Botanique,* T. XIII, p. 217-238, pl. IX-X).

38. Sur la flore fossile des charbons du Tong-King *(C. R. Ac. Sc.* T. XCV, p. 194-196).

39. Examen de la flore fossile des couches de charbon du Tong-King *(Ann. M.,* 8ᵉ S, T. II, p. 299-352, pl. X-XII).

40. Note sur la flore houillère des Asturies *(Mémoires de la Société géologique du Nord,* t. I, nº 3, p. 1-22). Traduit en espagnol sous le titre : Notas acerca de la flora hullera de Asturias *(Boletin de la Com. del Mapa zeolog. de Espana,* t. XI, p. 159-182-1884).

41. Présentation de la note sur la flore houillère des Asturies *(Bull. Soc. Geol. Fr.,* 3ᵉ S., T. X, p. 403).

42. Emploi de la chaux pour l'abatage du charbon. Extrait du *Journal of the Iron and Steel Institute :* On a new method of mining cool, by M. Paget Mosly *(Ann. M.,* 8ᵉ S., T. I [*Bulletin*] p. 594-595).

43. Le chemin de fer et le tunnel de l'Alberg. Extrait du *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes :*
Note sur le chemin de fer de l'Alberg et en particulier sur le grand tunnel de ce nom, par M. J. Meyer *(Ann. M., ib.,* p. 595-597).

44. Méthode d'exécution des grands tunnels. Extrait de la brochure intitulée *Examen critique des systèmes d'exécution appliquée à la construction rapide des grands tunnels,* par G. Bridel [Lucerne, 1883] *(Ann. M.,* 8ᵉ S., T. II, p. 568-571).

1883

45. Fructifications de Fougères du terrain houiller *(Annales des sciences naturelles,* 6ᵉ S., *Botanique,* T. XVI, p. 177-209, pl. IX-XII).

46. Note sur la flore du bassin houiller de Tete. (Région du Zambèze). *(Ann. M.,* 8ᵉ S, T. IV, p. 594-598).

47. *Résumé de la flore fossile des couches de charbon du Tong-King (Bull. Soc. Géol. Fr., T. XI, p. 456-461).*

48. Présentation de la note sur quelques cuticules fossiles *(Bull. Soc. Géol., Fr.,* 3ᵉ S, t. XI, p. 6-8, [Séance du 6 novembre 1882]).

49. Etude sur la constitution des combustibles fossiles. Extrait du *Beiträge zur Kenntniss der Texturverhältnisse der Mineralkohlen* de M. von Gümbel *(Ann. M.,* 8ᵉ S. T. III, [*Bulletin*] p. 468-498).

50. Statistique de l'industrie minérale de l'Italie pour 1879 et 1880. Extrait de la *Relazione sul servizio minerario del 1880, Annali d'Agricultura,* publiés par le Ministère de l'Agriculture, Industrie et Commerce d'Italie *(Ann. M.,* 8ᵉ S., T. III [*Bulletin*] p. 463-466).

1884

51. Sur quelques genres de fougères fossiles nouvellement créés *(Annales des Sciences naturelles,* 6ᵉ S., *Botanique,* T. XVII, p. 130-143).

52. Sur un nouveau genre de fossiles végétaux *(C. R. Ac. Sc.* T. XCVIII, p. 1391-1394). (En collaboration avec B. Renault).

53. Sur des cônes de fructification de Sigillaires *(Ibid.,* T. XCVIII, (p. 1601-1604).

54. Sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur *(Ibid.,* T. XCIX, p. 56-58) (En collaboration avec B. Renault).

55. Sur l'existence d'Asterophyllites phanérogames *(Ibid.,* T. XCIX, p. 1133-1135) (En collaboration avec B. Renault).

56. Cônes de fructification de Sigillaires *(Annales des Sciences naturelles,* 6e S., *Botanique,* T. XIX, p. 256-280, pl. XI-XII).

57. Note sur les Fougères du terrain houiller du Nord de la France (*Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XII, p. 189-204).

58. Sur la dénomination de quelques nouveaux genres de Fougères fossiles *(Ibid,* p. 366-368).

59. Sur des traces d'insectes simulant des empreintes végétales. *(Ibid,* p. 676-680, pl. XXX). Traduit en anglais : On the traks of insects resembling the impressions of plants *(Journal Cincinnat, Soc. of. Nat. Hist.,* 1855, p. 49-52).

60. Note sur la compression de quelques combustibles fossiles *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XII, p. 680-685). Nota acerca de la Flora hullera de Asturias, v. 1882, n° 40.

61. Présentation de « Nouvelles observations sur la flore fossile de Mogi » du Marquis de Saporta *(Ibid.,* p. 366).

62. Présentation de sa Note (en collaboration avec B. Renault) sur un nouveau genre de fossiles végétaux *(les Fayolia) (Ibid.,* p. 636).

1885

63. Sur un *Equisetum* du terrain houiller supérieur de Commentry *(C. R. Ac. Sc.,* T. C, p. 71-73). (En collaboration avec M. B. Renault).

64. Sur des mousses de l'époque houillère *(Ibid.,* p. 660-662). (En collaboration avec M. B. Renault).

65. Sur un nouveau type de Cordaïtées *(Ibid.,* p. 867-869). (En collaboration avec M. B. Renault).

66. Note sur la flore et sur le niveau relatif des couches houillères de la Grand'Combe *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XIII, p. 131-149, pl. VIII-IX).

67. Observations au sujet de la présentation de l'ouvrage de M. de Saporta. « Les organismes problématiques des anciennes mers ». *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* 3e S., T. XIII, p. 189-190).

68. Détermination, par la flore fossile, de l'âge relatif des couches de houille de la Grand'Combe *(C. R. Ac. Sc.,* T. C, p. 1171-1172).

69. Sur les affinités du genre *Laccopteris (Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XXXII, p. 21-25).

70. Fougères recueillies dans la Péninsule Malaise par M. de Morgan *(Ibid.,* p. 70-80).

On the tracks of insects resembling the impressions of plants, v. 1884, n° 59.

71. Présentation de deux Notes de M. Carnot sur la composition de la houille *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* 3e S. T. XIII, p. 88-89) (séance du 15 décembre 1884).

72. Présentation de sa Note (avec B. Renault) sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur *(Ibid.,* p. 89).

73. Présentation de sa Note sur la flore du bassin houiller de Tete *(Ibid.,* p. 89).

74. Présentation de ses deux Notes sur des cônes de fructifications de Sigillaires *(Ibid.,* p. 89).

1886

Atlas du bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, v. 1888, n° 86.

75. Sur les troncs de Fougères du terrain houiller supérieur *(C. R. Ac. Sc.,* T. CII, p. 64-66). (En collaboration avec M. B. Renault).

76. Le sondage de Ricard à la Grand'Combe *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XIV, p. 32-37 [séance du 9 novembre *1885*]).

77. Présentation d'une brochure de M. Kidston sur les *Ulodendron* et observations sur les genres *Ulodendron* et *Bothrodendron (Ibid.*, p. 168-182, pl. VIII et IX [séance du 21 décembre *1885*]).

78. Note sur des empreintes houillères recueillies par M. Gourdon dans les Pyrénées centrales *(Ibid.*, p. 328-329).

79. Note sur les empreintes végétales recueillies par M. Jourdy au Tonkin *(Ibid.*, p. 454-463, pl. XXIV-XXV).

80. Note sur les empreintes végétales recueillies par M. Sarran dans les couches de combustible du Tonkin *(Ibid.*, p. 575-581).

81. Sur quelques Cycadées houillères *(C. R. Ac. Sc.*, T. CII, p. 325-328). (En collaboration avec M. B. Renault). Traduit en allemand : Uber einige Cycadeen des Steinkohlenformation *(Berg. und hüttenmänn Zeitung*, T. XLVII, p. 17-18, 1888).

82. Sur l'existence du *Trichomanes speciosum* dans les Basses-Pyrénées *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XXXII, p. 330-331).

1887

83. Oswald Heer. Notice biographique *(In Oswald Heer, Bibliographie et Tables iconographiques*, par G. Malloizel, p. 3-12.)

Note sur la flore des lignites de Simeyrols, v. 1888, nº 88.

84. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale : ouvrages publiés en 1886 (Annuaire géologique universel*, T. III, p. 215-235).

85. Présentation d'une brochure de M. Kidston : *on the fructification of some Ferns from the carboniferous formation (Bull. Soc. Géol. Fr.*, T. XV, p. 572-573).

1888

86. BASSIN HOUILLER DE VALENCIENNES. DESCRIPTION DE LA FLORE FOSSILE. Atlas, 6 p. 94 pl. [1886]. Texte, 731 p, 45 fig. 1 carte [1888]. (Ministère des travaux publics. Etude des gites minéraux de la France).

87. ETUDE SUR LE TERRAIN HOUILLER DE COMMENTRY. Livre II. Flore fossile, 1ʳᵉ partie, texte 366 p. Atlas de 42 pl. Saint-Etienne. Impⁱᵉ Théolier. Appendice à la 1ʳᵉ partie, p. 368-379 [1890]. 3ᵐᵉ partie. (En collaboration avec M. B. Renault), p. 713-727 [1890]. *(Bull. de la Société d'Industrie minérale*, 3ᵉ S., T. II, 2ᵉ liv.; T. IV, 2ᵉ liv.).

88. Note sur la flore des lignites de Simeyrols *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XV, p. 882-884). (Cette note lue dans la séance du 5 mars 1888 a été reportée au compte-rendu de la réunion extraordinaire de la Charente et de la Dordogne en Septembre 1887).

89. Note sur les végétaux fossiles des calcaires d'eau douce subordonnés aux lignites de Simeyrols *(Ibid.*, T. XVI, p. 401-402).

90. Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes *(Ibid.*, p. 552-558).

91. Sur la présence, dans le grès bigarré des Vosges, de l'*Acrostichides rhombifolius* Fontaine *(Ibid.*, p. 693-699).

92. Sur l'attribution des genres *Fayola* et *Palacoxyris (C. R. Ac. Sc.*, T. CXVII, p. 1022-1025). (En collaboration avec M. B. Renault).

Uber einige Cycadeen des Steinkohlenformation, v. 1886, nº 81.

93. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale : Ouvrages publiés en 1887 (Annuaire géologique universel*, T. IV, p. 871-901).

94. Présentation d'une note de M. Nathorst sur de nouvelles remarques de M. Lebesconte concernant les *Cruziana (Bull. Soc. Géol.Fr.,* 3ᵉ S. t. XVI, p. 405).

95. Présentation du travail de G. Malloizel et R. Zeiller sur Oswald Heer, Bibliographie et Tables iconographiques *(Ibid.,* p. 405-406).

1889

96. Note sur quelques empreintes végétales des couches de charbon de la Nouvelle-Calédonie *(Bull. Soc. Géol., Fr.,* 3ᵉ S., T. XVII, p. 443-446).

97. Sur les variations de formes du *Sigillaria Brardi* Brongniart *(Ibid.,* p. 603-610).

98. Présence aux environs de Chantilly de deux espèces assez rares de la flore parisienne *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* T. XXXV, p. 417).

99. Sur la présence, dans les Pyrénées, de l'*Aspidium aculeatum* var. *Braunii (Ibid.,* p. 440-441).

100. *Revue annuelle de travaux de Paléontologie végétale. Ouvrages publiés en 1888. (Annuaire géologique universel,* T. V, p. 1235-1261).

101. Présentation d'une Note de M. Kidston sur deux espèces de *Nevropteris (Bull.* Soc. *Géol. Fr.,* 3ᵉ S., T. XVII, p. 559).

102. Présentation du travail de M. Kidston, *on the fossil Flora of the Staffordshire Coalfields,* part. 1 *(Ibid.,* p. 559-560).

103. Compte-rendu de Ed. Bureau, *Etudes sur la flore fossile du calcaire grossier parisien (Bull. Soc. Bot. Fr.,* T. XXXVI : Revue bibliographique, p. 32-34).

104. Compte-rendu de G. Stenzel, *Die Gattung* Tubicaulis *Cotta* [Le genre *Tubicaulis Cotta*] *(Ibid.,* p. 54-56).

105. Compte-rendu de A. Schenk, *Bermerkungen uber einige Pflanzeureste aus des triasichen und liasichen Bildungen der Umgebung des Comersees* [Remarques sur quelques plantes fossiles triasiques et liasiques des environs du lac de Côme] *(Ibid.,* p. 56).

106. Compte-rendu de Weiss, *Uber neue Funde von Sigillarien in der Wettiner Steinkohlengrube* [Sur de nouvelles découvertes de Sigillaires dans la houillère de Wettin] *(Ibid.,* p. 56-58).

107. Compte-rendu de Weiss, *Beobachtungen an Sigillarien von Wettin und Umgebung* [Observations sur les Sigillaires de Wettin et des environs] *(Ibid.,* p. 151-152).

108. Compte-rendu de A. Shenk, *Uber Medullosa* Cotta *und Tubicaulis* Cotta [Sur les *Medullosa* et les *Tubicaulis* de Cotta[*(Ibid.,* p. 152-154).

1890

109. BASSIN HOUILLER ET PERMIEN D'AUTUN ET D'ÉPINAC. Fasc. II : Flore fossile, 1ʳᵉ partie. Texte, 304 p., 40 fig. Atlas, 28 pl. (Ministère des travaux publics. Etude des gîtes minéraux de la France).

Etude sur le bassin houiller de Commentry, appendice à la 1ʳᵉ part. et 3ᵉ part., v. 1888, nº 87.

110. *Compte-rendu d'un nouveau travail de M. de Saporta sur la flore d'Aix « Les dernières adjonctions à la Flore fossile d'Aix-en-Provence » (Bull. Soc. Géol. Fr.,* 3ᵉ S., T. XVIII, p. 185-187).

111. *Sur l'Atlas de la Deuxième partie de la Flore houillère de Commentry par M. B. Renault (Ibid.,* p. 360-364).

112. Compte-rendu de J. S. Newberry, *Devonian Plants from Ohio (Bull. Soc. Bot.,* T. XXXVII, *Revue bibliographique,* p. 66).

113. Compte-rendu de O. Feistmantel, *Ubersichtliche Darstellung der geologisch-palaeontologischen Verhaeltnisse Sued-Afrikas. — Die Karvo-Formation und die diesselbe unterlagernden Schichten (Ibid,,* p. 66-68).

114. Compte-rendu de Matajiro Yokohama, *Jurassic Plants from Kaga, Hida and Echizen (Ibid.,* p. 68-69).

115. Compte-rendu de A. G. Nathorst, Sur la présence du genre *Dictyozamites* Oldham dans les couches jurassiques de Bornholm *(Ibid.,* p. 69-70).

116. Compte-rendu de Squinabol, *Contribuzione alla Flora fossile dei terreni-terziarii della Liguria-Caracee Felci. (Ibid.,* p. 70-71).

117. Compte-rendu de A. G. Nathorst, *Beitraege zur mesozoischen Flora of Japans (Ibid.,* p. 163-164).

118. Compte-rendu de A. G. Nathorst, *Ueber die Reste eines Brotfruchtbaums* Artocarpus Dicksoni *n. sp. aus den Cenomanen Kreideablagerungen Grönlands (Ibid.,* p. 164-165).

119. Compte-rendu de J. Schmalhausen, *Tertiaere Pflanzen der Insel Neusibirien (Ibid.,* p. 165-166).

120. Compte-rendu de L. Meschinelli, *La flora dei Tufi del Monte Somma (Ibid.,* p. 167).

1891

121. Sur la valeur du genre *Trizygia (Bull. Soc. Géol. Fr.,* 3ᵉ S., T. XIX, p. 673-678).

122. *La Géologie et la Paléontologie du bassin houiller du Gard, de M. Grand'Eury (Ibid.,* p. 679-690).

123. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale. Ouvrages publiés en 1889 (Annuaire géologique universel,* T. VI, p. 1049-1088).

124. Présentation de trois brochures de M. Kidston : On the fructification and internal structure of carboniferous Ferns in their relation to these of existing genera. — Notes on the Paleozoic Species mentioned in Lindley and Hutton's Fossil Flora. — On the Fossil Flora of the Stafforshire Coal-Fields, part. II *(Bull. Soc. Géol. Fr.* 3ᵉ S., T. XIX, p. 690-692).

125. Présentation d'un ouvrage de M. L. Szajnoscha : *Ueber einige carbone Pflanzenreste aus der Argentinischen Republik (Ibid.,* p. 901-902).

126. Compte-rendu de H. de Solms-Laubach, *Ueber die Fructification von* Benettites Gibsonianus *Carr (Bull. Soc. Bot. Fr.,* T. XXXVIII, *Revue bibliographique,* p. 69-72).

127. Compte-rendu de Th. Holm, *Notes on the leaves of Liriodendron (Ibid.,* p. 72-74).

128. Compte-rendu de W. M. Fontaine, *The Potomac of younger mesozoic Flora (Ibid.,* p. 74-78).

129. Compte-rendu de M. Raciborski, *Ueber die Osmunden und Schizaeccen der Juraformation (Ibid.,* p. 78). — Flore fossile des argiles plastiques dans les environs de Cracovie I. Filicinées Equisetinées *(Ibid.,* p. 79).

130. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Remarques sur le *Lepidodendron Hartcourtii* de Witham *(Ibid.,* p. 157-160).

131. Compte-rendu de Maurice Hovelacque, Sur la structure du système libéro-ligneux primaire et sur la disposition des traces foliaires dans les rameaux du *Lepidodendron Selaginoides.* — Structure de la trace foliaire du *Lepidodendron Selaginoides* à l'intérieur du stipe. — Sur la forme du coussinet foliaire chez le *Lepidodendron Selaginoides.* — Structure du coussinet foliaire et de la ligule chez les *Lepidodendron Selaginoides (Ibid.,* p. 160-161).

132. Compte-rendu de S. Squinabol, *Contribuzioni alla flora fossile dei terreni terziarii della Liguria.* — I. Alghi. — Supplementi alla Cryptogame. — III. Gimnosperme *(Ibid.,* p. 162-163).

1892

133. Bassin houiller et permien de Brive. Fasc. II : Etudes sur la flore fossile des dépôts houillers et permiens des environs de Brive. Texte, 132 p. Atlas, 157 pl. (Ministère des Travaux Publics. Etude des gîtes minéraux de la France).

134. Sur la constitution des épis de fructification du *Sphenophyllum cuneifolium (C. R. Ac. Sc.,* T. CXV, p. 141-144).

135. Sur les empreintes du sondage de Douvres *(Ibid.*, p. 626-629 ; *Ann. M.,* 9ᵉ S, T. II, p. 599-601). — Traduit en anglais par M. Mark Stirrup : On the fossil plants of the Dover Coal *(Transactions of the Manchester Géol. Soc.,* T. XXII, p. 55-58).

136. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale : Ouvrages publiés en 1890 (Annuaire géologique universel,* T. VII, p. 1115-1157).

137. Compte-rendu de Abbé Boulay, Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme) *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* T. XXXIX, *Revue bibliographique*, p. 42-44).

138. Compte-rendu de B. Renault, Communication sur le Boghead *(Ibid.*, p. 44-46).

139. Compte-rendu de A. Rothpletz, *Fossile Kalkagen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen (Ibid.*, p. 153-156).

140. Compte-rendu de F. Stanfest, Les ormes à l'état fossile *(Ibid.*, p. 156-157).

141. Compte-rendu de Baron C. von Ettinghauzen, *Ueber tertiaere* Fagus-*Arten der südlichen Hemisphœre (Ibid.*, p. 157-159).

1893

142. Etude sur la constitution de l'appareil fructificateur des *Spenophyllum (Mémoires de la Soc. Géol. de Fr., Paléontologie,* T. IV, Mém. nº 11, p. 1-39, pl. I-III).

143. Sur les empreintes végétales du bassin de Yen-Baï au Tonkin *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XX, p. CXXXV-CXXXVI).

144. Notice nécrologique sur Adolphe Henry, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef du Matériel et de la traction des chemins de fer P. L. M. *(Ann. M.,* 9ᵉ S, T. IV, p. 499-524).

145. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale : Ouvrages publiés en 1891 (Annnaire géologique universel,* T. VIII, p. 865-908).

146. Présentation d'un travail de S. Squinabol, *Contribuzioni alla Flora fossile dei terreni terziarii della Liguria.* (fasc. I à IV) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XXVI, p. XXX).

147. Compte-rendu de S. Squinabol, *Contribuzioni alla Flora fossile dei terreni terziarii della Liguria* — IV, Monocotiledoni *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XL, *Revue bibliographique*, p. 91-94).

148. Compte-rendu du Marquis de Saporta, Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manasque *(Ibid.*, p. 94-98).

149. Compte-rendu de P. Fliche. Sur une Dicotylédone trouvée dans l'Albien supérieur aux environs de Sainte-Menehould (Marne) *(Ibid.*, p. 136).

150. Compte-rendu de P. Fliche, Sur un nouveau genre de conifères rencontré dans l'Albien de l'Argonne *(Ibid.,* p. 136-137).

1894

151. Note sur la flore des couches permiennes de Trienbach (Alsace) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, T. XXII, pl. XL-XLI ; 163-182 ; pl. VIII-IX. — Le même en allemand : Mittheilungen über die Flora der permischen Schischten von Trienbach (Weilerthal) *(Mittheil. d. géolog. Landesanstalt v. Elsass-Lothringen,* T. IV, p. 149-170, pl. X-XI).

152. Note sur les rapports de la flore du bassin houiller de Douvres avec la flore du bassin du Pas-de-Calais *(Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale,* 1894, p. 122-124). Traduit en anglais : Relation between the Flora of the Dover and the Pas-de-Calais Coal-Field *(Colliery Guardian,* T. XLVIII, p. 788-789).

153. Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XXII, p. XCII-XCIX ; 252-278).

154. Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France d'après les caractères de la flore *(Ibid.*, p. CLXVII-CLXIX ; (1894) 483-501).

155. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale : Ouvrages publiés en 1892 (Annuaire géologique universel,* T. IX, p. 935-975).

156. Présentation d'une brochure du Marquis de Saporta, Sur les rapports de l'ancienne flore avec celle de la région provençale actuelle *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e S., T. XXII, p. XXXIX).

157. Présentation du travail du Marquis de Saporta : Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque, avec Notice stratigraphique de M. Choffat *(Ibid.*, p. CLXVI-CLXVII).

158. Compte-rendu de E. Bureau, Sur la présence d'une Araliacée et d'une Pontédériacée fossiles dans le calcaire grossier parisien. *(Bull. Soc. Bot. Fr.* T. XLI, *Revue bibliographique,* p. 521-522).

159. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie. — Structure et affinités des *Bennettites Morieri* Sap. et Mar. (sp.) *(Ibid.*, p. 522-525).

1895

160. Sur la flore des dépôts houillers d'Asie-Mineure et sur la présence, dans cette flore, du genre *Phyllotheca (C. R. Ac. Sc.,* T. CXX, p. 1228-1231).

161. Note sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e S., T. XXIII, p. CLXIX-CLXX, 482-489, PL. VI).

162. Sur quelques empreintes végétales des gisements houillers du Brésil méridional *(C. R. Ac. Sc.,* T. CXXI, p. 961-964).

163. Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional) *(Bull. Soc. Géol. Fr.,* T. XXIII, p. CXCVII-CXCIX ; 601-629 ; fig. 1-19 ; pl. VIII-10).

164. Le marquis G. de Saporta ; sa vie et ses travaux *(Revue générale de Botanique,* T. VII, p. 533-388).

164 bis. Le même avec quelques variantes (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e S. p. XXIV, p. 197-232 [1896]).

165. Le marquis de Saporta. Notice nécrologique *(Revue générale des Sciences*, T. VI, p. 359-360).

Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France, v. 1894, n° 154. (Ce travail est indiqué par l'auteur, dans sa Notice sur ses travaux scientifiques comme appartenant, en ce qui concerne la pagination en chiffres arabes, à l'année 1895 à cause de la date de son impression, mais il est inséré au T. XXIIe année 1894 du *Bull. Soc. Géol. Fr.*, et représente une communication faite cette année-là.

166. *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale. Ouvrages publiés en 1893 (Annuaire géologique universel*, T. X, p. 861-900).

167. *Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller,* 62 p. Paris, Gauthiers-Villars.

168. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques bactériacées des temps primaires *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XLII, Revue bibliographique, p. 676-677).

169. Compte-rendu de Fliche, Bleicher et Mieg. Note sur les tufs calcaires de Kiffis *(Ibid.*, p. 677).

1896

170. Sur l'attribution du genre *Vertebraria (C. R. Ac. Sc.,* T. CXXII, p. 744-746).

171. Note sur quelques plantes fossiles du Transvaal (in *de Launay, Les mines d'or du Transvaal,* p. 206-209).

172. Etude sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebrariae grossopteris* des environs de Johannesburg (Transvaal) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XXIV, p. C-CI ; 349-378 ; fig. 1-17 ; pl. XV-XVIII).

173. Remarques sur la flore fossile de l'Altaï, à propos des dernières découvertes paléobotaniques de MM. les Docteurs Bodenbender et Kurtz dans la République Argentine *(Ibid.,* p. CVIII-CX ; 466-487).

Note sur la flore fossile de Rio Grande Sul, v. 1895, nº 163. (Cette note est indiquée par l'auteur dans sa Notice sur ses travaux scientifiques comme appartenant en ce qui concerne la pagination en chiffres arabes, à l'année 1896, à cause de la date de son impression ; mais elle est insérée au tome XXIII [1895] et représente une communication faite cette année-là).

Le marquis de Saporta, v. 1895, nº 163.

174. *Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller*, 16. p., Paris, Gauthier-Villars.

175. Présentation de l'ouvrage de L. de Launay, Les mines d'or du Transvaal *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XXIV, p. 347-348).

176. Présentation de l'ouvrage de P. Fliche, Etude sur la flore fossile de l'Argonne *(Ibid.*, 731-732).

177. Compte-rendu de P. Fliche, Etude sur la flore fossile de l'Argonne (Albien-Cénomanien) *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XLIII, *Revue bibliographique,* p. 657-659).

178. Compte-rendu de B. Renault, Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, fasc. IV : Flore fossile, 2ᵉ partie *(Ibid.*, p. 659-665).

179. Compte-rendu de O. Weber et J. T. Sterzel, *Beiträge zur Kenntniss der Medulloseae (Ibid.*, p. 665-667).

1897

180. Les provinces botaniques de la fin des temps primaires *(Revue générale des Sciences,* T. VIII, p. 5-11).

181. Observations sur quelques fougères des dépôts houillers d'Asie-Mineure *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* T. XLIV, p. 195-228, pl. VI).

182. *Préface à la Notice sur le Musée géologique des bassins houillers belges. Exposition internationale de Bruxelles, 1897, p. 5-20.*

Revue des travaux de paléontologie végétale, v. 1898, nº 186.

183. Les gîtes d'or de la Klondike River. Extr. de l'*Engineering and Mining Journal* et des Rapports annuels de la Commission géologique du Canada *(Ann. M.*, 9ᵉ S., T. XII, *Bulletin*, p. 451-455).

1898

184. Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève *(Bulletin du Muséum de Marseille,* T. I, fasc. II, p. 9-67, pl. II-IV).

185. Sur un *Lepidodendron* silicifié du Brésil *(C. R. Ac. Sc.,* T. CXXVII, p. 245-247).

186. *Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893 à 1896,* 86 p. 2 pl. *Extr. de la Revue générale de*

Botanique, T. IX [1897] p. 324-366 ; 360-384 ; 399-416 ; pl. 20-21 ; T. X (1898) p. 26-32 ; 69-80.

187. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les nodules et bois minéralisés trouvés à Saint-Parres-les-Vaudes (Aube) dans les grès verts infracrétacés *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XLV, *Revue bibliographique*, p. 80).

188. Compte-rendu de B. Renault, Houilles et bactériacées. — Bogheads et Bactériacées *(Ibid.*, p. 80-82).

189. Compte-rendu de B. Renault et A. Roche, Sur une nouvelle diploxylée *(Ibid.*, p. 82-84).

190. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les bois fossiles de Mételin *(Ibid.*, p. 84).

1899

191. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). *(Mémoires de la Soc. Géol. Fr., Paléontologie*, T. VIII-IX, Mém. n° 21, p. 1-91, pl. I-V).

192. Sur la découverte, par M. Amalitzky, de *Glossopteris* dans la Permien supérieur de Russie *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XLV, p. 392-396).

193. *Deuxième supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller, p. 17-32* [*suite du premier supplément 1896, n° 174*]. Paris, Gauthier-Villars.

194. Présentation de sa Note sur la découverte, par M. Amalitzky, de Glossopteris dans le Permien supérieur de Russie *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XXVII, p. 454-455).

195. Compte-rendu de B. Renault et A. Roche, Notice sur la constitution des lignites et les organismes qu'ils renferment *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, p. XLVI, *Revue bibliographique*, p. 44-45).

196. Compte-rendu de B. Renault, Sur la constitution des tourbes *(Ibid.*, p. 45).

197. Compte-rendu de abbé Boulay, Flore fossile de Gergovie *(Ibid.*, p. 46-47).

198. Compte-rendu de B. Renault, Note sur les tourbes *(Ibid.*, p. 497).

199. Compte-rendu de A. Meschinelli, *Fungorum fossilium omnium hucusque cognitorum Iconographia (Revue Mycologique*, T. XXI, p. 61-63).

1900

200. ÉLÉMENTS DE PALÉOBOTANIQUE. 1 vol., 421 p. avec 210 fig. Paris. G. Carré et C. Naud.

201. Sur quelques plantes fossiles de la Chine méridionale (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXX, p. 186-188).

202. Sur une Sélaginellée du terrain houiller de Blanzy *(Ibid.*, t. CXXX, p. 1076-1078).

203. Sur les végétaux fossiles recueillis par M. Villiaume dans les gîtes charbonneux du nord-ouest de Madagascar *(Ibid.*, p. 1570-1573).

204. Présentation de ses Eléments de Paléobotanique *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ S., T. XXVIII, p. 466).

205. Compte-rendu de P. Fliche, Le pin Sylvestre *(Pinus Sylvestris)* dans les terrains quaternaires de Cléry *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XLVII, *Revue bibliographique*, p. 351).

206. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur quelques fossiles végétaux de l'Oligocène dans les Alpes françaises *(Ibid.*, p. 352).

207. Compte-rendu de P. Fliche, Contribution à la flore fossile de la Haute-Marne (Infracrétacé) *(Ibid.*, p. 352-353).

208. Compte-rendu de Grand'Eury, Forêt fossile de *Calamites Suckowii*. Identité spécifique des *Calamites Suckowii* Br., *Cistii* Br., *schatzlarensis* St., *foliosus* Gr., *Calamocladus parallelinervis* Gr., *Calamostachys vulgaris* Gr. *(Ibid.*, p. 458).

209. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les Calamariées debout et enracinés du terrain houiller. Sur les Fougères fossiles enracinées du terrain houiller. Sur les *Stigmaria*. Sur les troncs debout, les souches et racines de Sigillaires. Sur les tiges debout, les souches et racines de Cordaïtées *(Ibid.*, p. 458-460).

210. Compte-rendu de Grand'Eury. Sur les forêts fossiles et les sols de végétation du terrain houiller. Sur la formation des couches de houille. Sur la formation des couches de stipites de houille brune et de lignite. Sur la formation des bassins carbonifères *(Ibid.*, p. 460-461).

211. Compte-rendu de P. Fliche, Sur un bois fossile de Madagascar *(Ibid.*, p. 461).

212. Compte-rendu de M. Langeron, Contributions à l'étude de la flore fossile de Sézanne *(Ibid.*, p. 461-463).

1901

213. Note sur la flore fossile du Tonkin (Extrait des Comptes-rendus du VIII^{me} Congrès géologique international de Paris en 1900, parus en 1901 [*Soc. Géol. Fr.*], p. 498-501).

214. Note sur la flore houillère du Chansi *(Ann. M.*, IX^{e} s., t. XIX, p. 431-453, pl. VII).

215. *Troisième supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller (suite du 2^{me} supplément, 1899, n° 193).* Paris, Gauthiers-Villars.

216. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie. III. — Etude anatomique du *Cycadeoidea micromyela* Mor. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. XLVIII, p. 362-363).

1902

217. Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas *(Palaeontologica Indica [Memoirs of the Geological Survey of India]*. New Série, vol. II. n° 1, 40 p, 7 pl.).

218. Sur quelques empreintes végétales du Kimméridien de Santa-Maria de Meya. — Le même en espagnol : Sobre algunas impresiones vegetales del Kimmeridgense de Santa Maria de Meya, provincia de Lerida (Cataluña). *(Mem. Real Acad. cienc. y artes de Barcelona,* IV. Num. 20, 13 p., 2 pl.).

219. Nouvelles observations sur la flore houillère du bassin de Kousnetzk (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIV, p. 887-891).

Revue des travaux de Paléontologie végétale, v. 1903, n° 239.

220. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur un Zosterites trouvé dans le Crétacé supérieur du Devoluy *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* t. XLIX, p. 309-310).

221. Compte rendu de B. Renault, Sur quelques Fougères hétérosporées *(Botanisches Centralblatt,* vol. 89, p. 50).

222. Compte-rendu de L. Marty, Un *Nymphaea* fossile *(Ibid.,* p. 442-443).

223. Compte-rendu de S. Meunier, Le tuffeau siliceux de la Côte-aux-Buis, à Grignon *(Ibid.,* p. 471).

224. Compte-rendu du Frère Joseph Héribaud, Les *Diatomées* fossiles d'Auvergne *(Ibid.*, p. 524-525).

225. Compte-rendu de B. Renault, Sur une *Parkériée* fossile *(Ibid.*, p. 527).

226. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques Cryptogames hétérosporées *(Ibid.*, p. 667).

227. Compte-rendu de L. Laurent, Note à propos de quelques empreintes fossiles de la collection Segond *(Ibid.*, vol. 90, p. 104).

228. Compte-rendu de L. Laurent, Contribution à l'étude de la végétation du Sud-Est de la France ; Flore de la basse vallée de l'Huveaune, pendant le dépôt des argiles de Marseille *(Ibid.*, p. 105).

229. Compte-rendu de R. Zeiller, Nouvelles observations sur la flore fossile du bassin de Kousnetzk (Sibérie) *(Ibid.*, p. 105).

230. Compte-rendu de Caraven-Cachin, Paléobotanique : Flore fossile des terrains houillers du Tarn *(Ibid.*, p. 106).

231. Compte-rendu de M. Langeron, Note sur une empreinte remarquable provenant des cinérites du Cantal *Paliurites Martyi* (Langeron) *(Ibid.*, p. 283).

232. Compte-rendu de M. Langeron, Contributions à l'étude de la flore fossile de Sézanne. 3^{me} fascicule : Nouvelles considérations sur les formations travertineuses anciennes et contemporaines *(Ibid.*, p. 319).

233. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur un *Zosterites* trouvé dans le Crétacé supérieur du Dévoluy (p. 603) (1).

234. Compte-rendu de L. Marty, Sur deux *Asclépiadinées* fossiles *(Ibid.*, p. 604).

235. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques pollens fossiles, Prothalles mâles, Tubes polliniques etc. du terrain houiller. — Note sur quelques micro- et macrospores fossiles *(Ibid.*, p. 605).

235. Compte-rendu de J. Savornin, Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains tertiaires d'Algérie *(Ibid.*, p. 606).

1903

237. FLORE FOSSILE DES GÎTES DE CHARBON DU TONKIN. Texte de VIII-328 p., 6 pl. Atlas de LVI pl. (Ministère des travaux publics. Etude des gîtes minéraux de la France).

238. Découverte de Strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer (en collabor. avec P. Fliche) *(C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVII, p. 1020-1024).

239. *Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1897 à 1900.* 88 p. *Extr. de la Revue générale de Botanique* t. XIV (1902), p. 427-435 ; 487-496 ; 539-543 ; XV (1903) p. 39-48 ; 83-89 ; 125-137 ; 186-192 ; 235-240 : 328-336 ; 393-400 ; 470-480.

240. Présentation d'un ouvrage de M. P. Marty, Flore miocène de Joursac (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e S., t. III, p. 651-552).

241. Compte-rendu de O. Lignier, Le fruit du *Williamsonia Gigas* Carr. et les Bennettitales ; documents nouveaux et notes critiques (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. L, *Revue bibliographique*, p. 387-389).

242. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les bois silicifiés de la vallée de Celles (Vosges) (*Ibid.*, p. 488-489).

243. Compte-rendu de P. Fliche, Sur les corps problématiques et les Algues du Trias en Lorraine (*Ibid.*, p. 489).

244. Compte-rendu de P. Fliche, Sur les Lycopodinées du Trias en Lorraine (*Ibid.*, p. 489-490).

245. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques nouveaux Infusoires fossiles (*Botanisches Centralblatt*, vol. 92, p. 269).

246. Compte-rendu de R. Zeiller, Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas (*Ibid.*, p. 270).

---

(1) Les comptes-rendus d'un même ouvrage parus, comme c'est le cas pour celui-ci, dans la *Revue bibliographique du Bulletin de la Société Botanique* et dans le *Botanisches Centralblatt* doivent, n'étant pas identiques, faire l'objet d'une mention distincte : ceux du *Botanisches Centralblatt* sont, en général, des comptes-rendus plus sommaires.

247. Compte-rendu de R. Zeiller, Sobra algunas impresiones vegetales del Kimeridgense de Santa Maria de Meyá, prov. de Lérida (Catalunna) Sur quelques empreintes végétales du Kimmeridien de Santa Maria de Meya (*Ibid.*, p. 271).

248. Compte-rendu de P. Fliche, Sur les corps problématiques et les Algues du Trias en Lorraine (*Ibid.*, p. 527).

249. Compte-rendu de P. Fliche, Sur les *Lycopodinées* du Trias en Lorraine (*Ibid.*, p. 527).

250. Compte-rendu de B. Renault, Sur l'activité végétale aux époques anciennes (*Ibid.*, p. 527).

251. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques nouveaux Champignons et Algues fossiles de l'époque houillère (*Ibid.*, p. 528).

259. Compte-rendu de C. Flahault, La Paléobotanique dans ses rapports avec la végétation actuelle. Introduction à l'enseignement de la Botanique (*Ibid.*, p. 557).

253. Compte-rendu de (Abbé) Berthoumieu. Flore carbonifère et permienne du centre de la France (*Ibid.*, vol. 93, p. 94).

254. Compte-rendu de (Frère Joseph) Héribaud, Les *Diatomées* fossiles d'Auvergne 2^e Mémoire (*Ibid.*, p. 203-204).

255. Compte-rendu de O. Lignier, Le Fruit du *Williamsonia gigas* Carr. et les Bennettitales. Documents nouveaux et notes critiques (*Ibid.*, p. 204-206).

256. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques Algues fossiles des terrains anciens (*Ibid.*, p. 206).

257. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les bois silicifiés permiens de la vallée de Celles (Vosges) (*Ibid.*, p. 239-240).

1904

258. Bernard Renault. Notice nécrologique (*Revue générale des Sciences*, XV, p. 1057-1058).

259. Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer (En collaboration avec P. Fliche) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e S , t. IV, p. 787-811).

260. Observations au sujet du mode de fructification des Cycadofilicinées (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVIII, p. 663-665).

261. Compte-rendu de P. H. Fritel, Paléobotanique (Plantes fossiles) (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LI, *Revue bibliographique*, p. 87-88).

262. Compte-rendu de O. Lignier, Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne commune (*Ibid.*, p. 361-362).

263. Compte-rendu de G. Stenzel, *Fossile Palmenhölzer* (*ibid.*, p. 538-539).

264. Compte-rendu de P. Marty, Flore Miocène de Joursac (*Botanisches Centralblatt*, vol. 95, p. 106).

265. Compte-rendu de B. Renault, Sur quelques microorganismes intéressants (*Ibid.*, p. 107).

266. Compte-rendu de R. Zeiller, Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. (*Ibid.*, p. 143).

267. Compte-rendu de R. Zeiller et P. Fliche. Découverte de strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer (*Ibid.*, p. 174).

268. Compte-rendu de P. H. Fritel, Paléobotanique (Plantes fossiles) (*Ibid.*, p. 236).

269. Compte-rendu de P. Maury, Sur une station du Châtaignier fossile et vivant du Cantal (*Ibid.*, p. 528).

270. Compte-rendu de A. Lauby, Botanique du Cantal.
Bio-bibliographie analytique suivie d'une liste de végétaux vivants et fossiles nouveaux pour cette région (*Ibid.*, p. 574).

271. Compte-rendu de A. Lauby et P. Marty, Sur le hêtre pliocène d'Auvergne (*Ibid.*, p. 574).

272. Compte-rendu de A. Lauby, Florule miocène du Trou de l'Enfer, commune d'Audelat, près Saint-Flour (Cantal) (*Ibid.*, p. 655).

273. Compte-rendu de A. Lauby, Rapport sur les dépôts diatomifères de Neussargues (*Ibid.*, p. 655).

274. Compte-rendu de A. Lauby, Sur des échantillons de basalte présentant des empreintes végétales. — Du même : Premières fouilles du Puy de la Fage, près Saint-Flour (Cantal) (*Ibid.*, p. 655).

275 Compte-rendu de Grand'Eury, Sur le caractère paludéen des plantes qui ont formé les combustibles de tout âge. (*Ibid.*, vol. 96, p. 15).

276. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les rhizomes et les racines des Fougères fossiles et des *Cycadofilices* (*Ibid.*, p. 16).

277. Compte-rendu de J. P. Delmas, Rapport sur l'excursion à Vic-sur-Cère. Visite au gisement fossilifère du Pas de la Mougudo (*Ibid.*, p. 45).

278. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les conditions générales et l'unité de formation des combustibles minéraux de tout âge et de toute espèce *Ibid.*, p. 46).

279. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les sols de végétation fossiles des Sigillaires et des Lépidodendrons (*Ibid.*, p. 46).

280. Compte-rendu de L. Laurent, Sur la présence d'un nouveau genre américain (*Abronia*) dans la flore tertiaire d'Europe (*Ibid.*, p. 126).

281. Compte-rendu de O. Lignier, Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne commune (*Ibid.*, p. 126).

282. Compte-rendu de P. Maury, Un nouveau gisement (*Ibid.*, p. 173).

283. Compte-rendu de R. Zeiller, Observations au sujet du mode de fructification des Cycadofilicinées (*Ibid.*, p. 173).

284. Compte-rendu de P. Marty, Un nouvel horizon paléontologique du Cantal (*Ibid.*, p. 239).

285. Compte rendu de B. Renault, Quelques remarques sur les Cryptogames anciennes et les sols fossiles de végétation (*Ibid.*, p. 240).

286. Compte-rendu de E. Bureau, Le terrain houiller dans le Nord de l'Afrique (*Ibid.*, p. 285).

287. Compte-rendu de L. Laurent, Contribution à la flore des cinérites du Cantal : Note à propos d'un nouveau genre japonais dans la flore tertiaire d'Europe *Ibid.*, p. 286).

288. Compte-rendu de E. Rivière, La flore quaternaire des cavernes (*Ibid.*, p. 286).

289. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur un Palmier fossile nouveau de l'étage sparnacien (*Ibid.*, p. 315).

290. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines des Névroptéridées (*Ibid.*, p. 315).

201. Compte-rendu de A. Nathorst, Sur la flore fossile des régions antarctiques (*Ibid.*, p. 316).

292. Compte-rendu de R. Zeiller, *l'Hymenophyllum tunbridgense* au Mondarrain (Basses-Pyrénées) (*Ibid.*, p. 490).

Gaston BONNIER

(*A suivre.*)

LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE

FORMATION ET DISPARITION

par **M. H. COLIN**

(suite)

7. *Polymérisation du réducteur par la souche.* — Il existe, chez les végétaux, un certain nombre de cas où l'on a pu mettre en évidence, d'une façon certaine, la polymérisation du saccharose par les tissus *vivants*, à partir des hexoses : glucose, lévulose ou sucre interverti.

Un des exemples classiques est celui que l'on doit à Brown et Morris qui ont signalé la présence du saccharose dans les embryons d'orge placés sur des solutions de glucose.

J'ai moi-même établi précédemment qu'il se forme du saccharose à l'obscurité, par conséquent en dehors de toute activité chlorophyllienne, dans les limbes de Betterave immergés dans des solutions de glucose ou de lévulose.

Lorsqu'on décèle la présence du sucre cristallisable dans l'orge germé (1) ou que l'on voit, dans certains fruits en voie de maturation, les pommes (2) par exemple, le saccharose augmenter à mesure que l'amidon se résorbe, c'est la synthèse du saccharose aux dépens du glucose que l'on constate implicitement, l'amidon ne se transformant sans doute en saccharose qu'après hydrolyse préalable à l'état de glucose.

---

(1) O. Sullivan. *(J. chem. Soc.*, t. 49, p. 58).

(2) Lindet. *(C. R. Ac. Sc*,, t. 117, p. 668, 1893).

La plupart des fruits charnus contiennent un mélange de saccharose et de sucre interverti, mais on ne peut dire qu'ils opèrent la synthèse du saccharose, car le rameau qui les nourrit leur délivre à la fois du sucre cristallisable et du réducteur. Pendant la période de maturation, les fruits acides, même séparés du rameau, transforment en sucres les acides organiques ; c'est là le fait essentiel ; on ne s'est pas préoccupé de savoir si les acides donnent d'abord du réducteur qui se condense ensuite à l'état de saccharose.

La tige de la canne à sucre renferme, à côté du saccharose, une quantité non négligeable de sucre interverti, de sorte qu'on peut croire que le réducteur venu des feuilles se polymérise dans la tige.

C'est en somme dans la Betterave que l'hypothèse de la polymérisation rencontre le plus de difficultés et il faut bien qu'il en soit ainsi pour que la théorie opposée, de l'emmagasinement pur et simple, continue à compter tant de partisans.

Ces difficultés tiennent principalement à deux causes : la rareté du réducteur dans la souche des bonnes races sucrières, et l'absence de transition entre le pétiole et la souche. Tandis qu'à la base du pétiole le réducteur domine largement, dès les premières assises du collet, brusquement, c'est le saccharose qui devient prépondérant. Dans ces conditions, la souche ne saurait donner l'impression d'un organe qui, recevant du réducteur en abondance, le condense à l'état de saccharose.

On va donc au-devant d'un échec, lorsqu'on cherche à mettre en évidence l'action synthétisante des tissus profonds de la souche ; il est vraisemblable que la souche proprement dite ne fait qu'emmagasiner le sucre cristallisable, la transformation du réducteur en saccharose s'opérant dans le collet.

L'hypothèse de la polymérisation deviendrait l'expression de la réalité si l'on réussissait à observer la transformation du réducteur en saccharose en plaçant les tissus du collet au contact d'une solution de sucre interverti. J'ai souvent répété des expériences de ce genre sans jamais obtenir le moindre résultat.

Il est possible que la réaction soit très lente, ce qui la rend difficile à caractériser ; peut-être s'éloigne-t-on d'une façon trop sensible des conditions où elle s'effectue, en immergeànt les tissus du collet dans des solutions de sucre interverti ; de plus, les fragments de pulpe expérimentés subissent une oxydation superficielle ; enfin, en dehors de toute réaction, il se produit, par simple diffusion, des échanges entre la pulpe et la solution. Toujours est-il qu'il m'a été impossible, jusqu'à présent, d'instituer aucune expérience, sur les tissus *vivants*, permettant de conclure, d'une façon certaine, à la synthèse du saccharose aux dépens du réducteur dans la racine de Betterave.

Quant à la synthèse du saccharose *in vitro*, sous l'influence d'un ferment présent dans les cellules de la souche, personne, jusqu'alors, n'a pu en faire la preuve et les vues qu'on a coutume d'émettre à ce sujet ne s'appuient sur aucune donnée d'expérience.

Löb (1) a essayé de toutes les manières d'opérer la condensation du sucre interverti au moyen du suc d'expression de la Betterave ; il n'a pas réussi et son échec le porte à croire que le saccharose, formé dans les feuilles, émigre, comme tel, vers la racine.

Pour ma part, j'ai toujours affirmé (2) que l'invertine était absente de la racine de Betterave dans les conditions normales et que la synthèse du saccharose par les tissus de la souche ne pouvait être le fait d'une sucrase identique à celle que l'on met facilement en évidence dans les feuilles.

II. DISPARITION DU SACCHAROSE.

Au cours de la végétation de la Betterave, lorsque les circonstances sont telles que les feuilles n'assimilent plus ou n'élaborent qu'une quantité insuffisante d'hydrates de carbone, la souche doit fournir à la partie aérienne l'aliment hydrocarboné ; le saccharose émigre de la racine vers les feuilles.

Ce n'est là, semble-t-il, que l'énoncé d'une loi banale de physiologie ; cependant, un certain nombre d'auteurs se refusent à admettre que le sucre, une fois emmagasiné dans la souche, ait la moindre possibilité d'en sortir, ce qui suppose que les membranes des cellules de la racine sont rigoureusement imperméables, de bas en haut, au sucre cristallisable.

Deux circonstances surtout se prêtent à l'étude de la migration du saccharose de la souche vers les organes aériens : lorsque la Betterave se développe à l'obscurité et, en seconde végétation, lorsque la racine monte à graines.

---

(1) W. Lob. (*Biochem. Zeitschr.*, t. 72, p. 392, 1916).

(2) H. Colin. (*C. R. Ac. Sc.*, 14 juin 1915).

1° MIGRATION DU SACCHAROSE VERS LES FEUILLES ÉTIOLÉES.

Si l'on transporte à l'obscurité une Betterave en pleine végétation, les feuilles les plus anciennes se flétrissent rapidement, mais les feuilles centrales continuent à se développer en l'absence de lumière ; les limbes sont réduits, les pétioles très allongés; toute trace de chlorophylle ne tarde pas à disparaître. Dans le cas où le bouquet foliaire a été détaché, une nouvelle végétation prend naissance sur la racine ; il se produit, lorsque les conditions d'humidité et de chaleur sont remplies, une véritable forêt de pétioles à limbes rudimentaires et même des tiges pouvant atteindre de 40 à 50 centimètres de hauteur.

Les seuls hydrates de carbone de ces organes étiolés sont des sucres, saccharose et réducteur, qui ne peuvent avoir d'autre origine que le saccharose de la souche. L'émigration du sucre cristallisable de la racine vers les feuilles, lorsque la Betterave végète à l'abri de la lumière, est donc un fait rigoureusement certain et qui prouve que, dans certaines conditions, les membranes des cellules de la souche et du collet sont parfaitement perméables au saccharose, même de bas en haut.

On voit par là le peu de renseignements que l'on peut tirer, relativement au transport des sucres dans la Betterave, de certaines expériences qui consistent à immerger des fragments de racine dans l'eau, pour observer la quantité de saccharose qui se diffuse dans le liquide ; en général, l'eau ne renferme pas trace de sucre, même après plusieurs jours (1), à moins qu'on ait, au préalable, tué les cellules, soit par la chaleur (2), soit au moyen d'un réactif (3).

Il semblerait, d'après ces expériences, que le saccharose, une fois enfermé dans les cellules de la racine, ne peut en sortir. Il n'en est rien puisque plusieurs grammes de sucre, cristallisable ou non, se retrouvent dans les organes étiolés. Il est clair, d'ailleurs, que, normalement, le saccharose passe du collet dans la souche et descend jusqu'au pivot, ce qui est une nouvelle preuve de la parfaite perméabilité des membranes cellulaires pour le sucre cristallisable. Au surplus, les pétioles, plongeant par la base dans l'eau distillée, ne laissent, eux non plus, diffuser leur sucre que très lentement et pourtant ce sucre est du glucose en grande partie.

---

(1) De Vries. (*Landw. Iahrb.*, p. 417, 1879).

(2) Gutzeit. (*Naturw. Zeit. Forst. u. Landw.*, t. 9, p. 481, 1911).

(3) Brasse. (*Ann. agron.*, t. 12, p. 305, 1886).

On ne peut donc tirer aucune conclusion physiologique certaine de ces expériences qui créent, pour la plante, des conditions absolument anormales contre lesquelles elle réagit par des mécanismes de défense.

Évidemment il ne faut pas exagérer l'importance de la quantité de sucre empruntée par les feuilles à la souche, lorsque la Betterave végète à l'abri de la lumière ; alors même que la végétation atteint un développement inusité, le poids de la matière organique des tiges et des feuilles ne représente guère que deux ou trois grammes, ainsi que A. Girard l'a fait remarquer. C'est donc tout au plus trois grammes de sucre qui émigrent de la souche pour constituer la frondaison étiolée ; mais il faut, en outre, tenir compte du sucre brûlé par la respiration et dont le poids atteint facilement 50 milligrammes par jour pour un bouquet foliaire de 50 grammes. On comprend, dès lors, qu'en favorisant le développement des feuilles étiolées par les moyens convenables : chaleur, humidité, arrosage de la souche avec des solutions salines appropriées, on arrive à faire sortir de la racine une fraction non négligeable du saccharose qu'elle renferme, ce qui suffit à démontrer que, dans le cas de la végétation étiolée, les cellules de la souche et du collet se laissent parfaitement traverser par le saccharose, dans sa marche ascendante vers les feuilles.

Il est nécessaire, maintenant, d'analyser de plus près le mécanisme de cette migration et de voir, en particulier, si le saccharose émigre de la souche comme tel ou s'il subit, avant de passer dans les pétioles, une inversion préalable.

Après un mois de séjour à l'obscurité, des Betteraves de 30 à 50 gr., végétant en pots, m'ont donné les résultats suivants :

ORGANES	Sucres (en interverti) p. 100gr de poids frais.			SACCHAROSE / RÉDUCTEUR
	SUCRE TOTAL	SACCHAROSE	RÉDUCTEUR	
Feuilles (1).	1, 53	0, 09	1, 44	0, 062
Pétioles (base)	2, 13	0, 22	1, 92	0, 11
Collet	2, 51	2, 30	0, 21	11, 00
Souche	4, 95	4, 75	0, 20	23, 70

La lecture de ce tableau suggère immédiatement les réflexions suivantes :

1°) Le séjour à l'obscurité n'a nullement pour effet d'augmenter la teneur de la racine en réducteur ; c'est la preuve que le sucre qui passe dans les feuilles sort de la racine à l'état de saccharose.

2° Le sucre cristallisable est peu abondant dans les feuilles. Il importe surtout de remarquer que le rapport du saccharose au réducteur va en augmentant du limbe au pétiole ; c'est exactement le contraire qui se passe dans la végétation normale : le rapport saccharose/réducteur décroît sans cesse du limbe à la base du pétiole. Il suffit de transporter à l'obscurité une Betterave pourvue de son bouquet foliaire pour observer cette diminution du rapport saccharose/réducteur dans les limbes, tandis que ce même rapport croît à la base du pétiole ; par exemple, les feuilles analysées au début de l'expérience donnaient, pour le rapport du saccharose au réducteur dans le limbe et le pétiole, les nombres 0, 58 et 0, 10 ; après quinze jours d'obscurité, on obtient respectivement 0, 13 et 0, 21. C'est là un fait essentiel, caractéristisque de l'émigration du saccharose de la souche vers les organes aériens ; nous le retrouverons en étudiant la répartition des sucres tout le long de la tige de seconde année.

La distribution de l'invertine dans la racine et les feuilles de la Betterave étiolée rend compte des proportions relatives de sucre cristallisable et de réducteur aux différents niveaux. L'invertine, très active dans les limbes, est encore abondante dans le pétiole, même au voisinage du collet ; elle est complètement absente de la racine. Dans l'expérience suivante, on a mis un gramme d'organes frais finement découpés, au contact de 50 c.c. d'une solution de saccharose à 5 p. 100.

---

(1) On comprend, sous le nom de feuilles, les limbes extrêmement réduits, la nervure médiane et la partie du pétiole avoisinant le limbe.

ORGANES	SACCHAROSE INTERVERTI APRÈS :	
	3 JOURS	8 JOURS
Limbes..	0^{gr} 80	1^{gr} 95
Pétiole (base).	0, 55	1, 05
Collet.	traces	traces
Pulpe..	«	»

On opère spontanément un rapprochement entre les feuilles centrales non encore épanouies et les feuilles venues à l'obscurité : dans l'un et l'autre cas, le pouvoir hydrolysant des tissus à l'égard du saccharose est considérable ; en conséquence, le saccharose est peu abondant relativement au réducteur.

Le réducteur présent dans les organes étiolés est formé de glucose et de lévulose avec prédominance de glucose ; le mélange est nettement dextrogyre ainsi que l'a fait observer Corenwinder.

On ne peut s'empêcher de remarquer que, dans les organes privés de chlorophylle, le glucose est toujours abondant, qu'il s'agisse des feuilles étiolées ou des pétioles normaux. La présence de la chlorophylle semble entraîner constamment une consommation intense de glucose qui a pour effet de diminuer, dans les organes verts, la valeur du rapport glucose/lévulose.

2° Migration du saccharose chez la betterave de 2^e année

On admet que la tige de Betterave se forme aux dépens de la souche, lui empruntant les sucres dont elle a besoin pour se constituer ; c'est d'ailleurs un fait reconnu en physiologie végétale que les réserves accumulées pendant la première phase de la végétation servent, dans la seconde, à alimenter les nouvelles pousses : c'est le cas des rhizomes, des bulbes, des tubercules, des racines tubéreuses qui se vident plus ou moins complétement pour subvenir aux premiers besoins de la tige.

Personne n'a jamais fait exception pour la Betterave, ni Dubrunfaut (1), ni Boussingault (2), ni Corenwinder (3) ; ceux-là même qui, comme A. Girard, n'acceptent pas que le sucre puisse remonter de la racine aux feuilles, durant la première année, conviennent que la souche se vide lorsqu'elle monte à graines.

M. Vivien (4) a cru devoir s'élever contre les idées reçues et soutenir que le saccharose de la racine ne prend aucune part à la formation de la tige. L'auteur est de ceux qui croient à l'impossibilité, pour le saccharose, de sortir de la racine une fois qu'il y est enfermé. Il aurait observé, sur des Betteraves de seconde année, non seulement la persistance de la réserve sucrée, mais un enrichissement de la plante en sucre total, si l'on tient compte du sucre présent dans la tige. Il invoque, d'autre part, en faveur de ses idées, l'expérience ancienne de Baudry qui, mettant en terre le collet seulement d'une Betterave, vit la tige se développer et récolta des graines Bien plus, si l'on découpe une Betterave-mère en fragments pesant, par exemple, 200 grammes chacun, il peut arriver que des fragments plantés au printemps donnent des graines et une racine reconstituée. Enfin il y a ce fait bien connu que des Betteraves ayant déjà donné des graines normalement, la seconde année de végétation, peuvent encore servir comme porte-graines une troisième année.

Il est certain que, dans les Betteraves sucrières sélectionnées avec art que l'on cultive actuellement, la réserve sucrée accumulée dans la souche est hors de proportion avec les besoins de la tige de seconde année ; on conçoit donc qu'après la récolte des graines il puisse rester dans la racine une quantité importante de sucre.

On doit tenir compte, d'autre part, du fait que la tige n'est pas entièrement dépourvue de moyens propres ; les feuilles qu'elle porte élaborent des sucres et lorsque la surface foliaire atteint un développement suffisant, il est possible que la concentration des sucres dans la tige soit telle qu'il s'établisse un courant de reflux de la tige vers la racine ; on voit souvent, en seconde année, se former sur le collet de la Betterave des excroissances où s'amassent les sucres apportés par la tige.

---

(1) Dubrunfaut. (*Le Sucre*, t. 1, p. 472, 1869).

(2) Boussingault. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 81, p. 1071, 1875).

(3) Corenwinder. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 82, p. 1681 876).

(4) Vivien. (*Bull. Chim. Sucr. Distill.*, XXX, p. 889, 1913).

D'après Strohmer (1) et ses collaborateurs, la grosse dépense de saccharose coïncide avec l'époque de la floraison ; entre la floraison et la maturité, la souche emmagasine du sucre ; c'est également l'opinion de Andrlik (2).

Corenwinder avait observé le contraire ; d'après lui, le sucre des Betteraves-mères replantées diminue d'abord au début de la végétation lorsque se constituent les premières feuilles, puis se maintient constant jusqu'à la formation des graines, décroît ensuite rapidement pour disparaître d'une façon complète à la maturité.

---

(1) F. Strohmer, H. Briem et O. Fallada. *(Öster. Ungar. Zeitschr. für Zuckerind. und Land.,* XL, p. 857, 1911).

(2) K. Andrlik, J. Urban, V. Stanek. *(Zeitschr. für Zuckerind. in Böhmen,* XXXII, p. 1, 1907-1908).

(A suivre.)

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Études.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Ducellier, professeur à l'École d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Mars 1917

N° 339

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
LIBRARY

LIVRAISON DU 15 MARS 1917

I. — NOUVELLES RECHERCHES SUR LE SECTIONNEMENT ET LA RÉGÉNÉRATION CHEZ LES PLANTES (avec onze figures dans le texte) par M. **Lucien Daniel** . . . 65

II. — RENÉ ZEILLER *(fin)* (avec un portrait) par M. **Gaston Bonnier** 73

III. — LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE. — FORMATION ET DISPARITION *(suite)*, par M. **H. Colin** . . 89

Cette livraison renferme 11 figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — Physiologie - Technologie

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.
Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.
Enseignement technique, Collections et **Matériel.**
Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.
Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.
Squelettes montés, prix à la pièce.
Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.
Coquilles, prix à la pièce.
Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.
Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.
Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
Livres d'histoire naturelle.
Instruments pour l'étude des sciences naturelles.
Microscopes, Microtomes.
Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**
Meubles pour le rangement des collections.
Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique a la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32cm×23cm* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29 fr.**; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30 fr. 50**; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gerant :* HENRI BOULOY.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LE SECTIONNEMENT ET LA RÉGÉNÉRATION CHEZ LES PLANTES

par M. Lucien DANIEL

Dès le début de mes recherches sur la greffe, j'avais été frappé par l'apparition de monstruosités diverses tant chez le sujet que chez le greffon, à la suite de leur sectionnement. En 1896 (1), j'indiquais comme principale cause des accidents tératologiques ainsi produits, les déséquilibres de nutrition consécutifs aux blessures, appelées depuis traumatismes par des auteurs récents. Ces déséquilibres étaient de deux sortes : les uns, consécutifs à la décapitation ou à la taille de la tige, amenaient une suralimentation passagère dans les parties restantes ; les autres, provoqués par le sectionnement de la racine principale ou des radicelles, aboutissaient à une disette momentanée jusqu'à ce que l'équilibre primitif entre l'absorption et la consommation fût rétabli par les rameaux réparateurs nés au voisinage des blessures (2).

Poursuivant ces recherches, j'ai observé cette année quelques faits nouveaux qui montrent une fois de plus que l'action des blessures rentre constamment dans le cas général de la variation produite par les changements d'alimentation de la plante entière ou de l'un de ses organes (suralimentation ou disette).

---

(1) Lucien DANIEL. Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses, Rennes, 1896 ; Recherches morphologiques et physiologiques sur les greffes *(Rev. gén. de Bot.*, 1894), etc.

(2) Pour les questions de priorité, voir Lucien DANIEL, La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis *(Ann. des Sciences nat., Botanique*, 1898) ; La théorie des capacités fonctionnelles, Rennes, 1902 ; Essais de tératologie expérimentale et origine des monstruosités *(Rev. bretonne de Botanique*, 1906) ; Sur les variations produites par des déséquilibres de nutrition *(C. R. du Congrès des Sociétés savantes*, 1909) ; etc.

I

Décapitation de l'*EUCALYPTUS GLOBULUS* adulte.

Parmi les arbres exotiques qui supportent assez facilement le climat très doux d'Erquy (Côtes-du-Nord), on peut citer l'*Eucalyptus globulus*.

On sait que cet arbre possède, suivant son âge, deux catégories de tiges et de feuilles, avec un port particulier. A l'état jeune, la tige est carrée et glauque ; elle porte des feuilles opposées largement embrassantes, sessiles, horizontales, glauques et molles (fig. 1). Le limbe, sensiblement un tiers plus long que large, se termine brusquement en pointe (fig. 2).

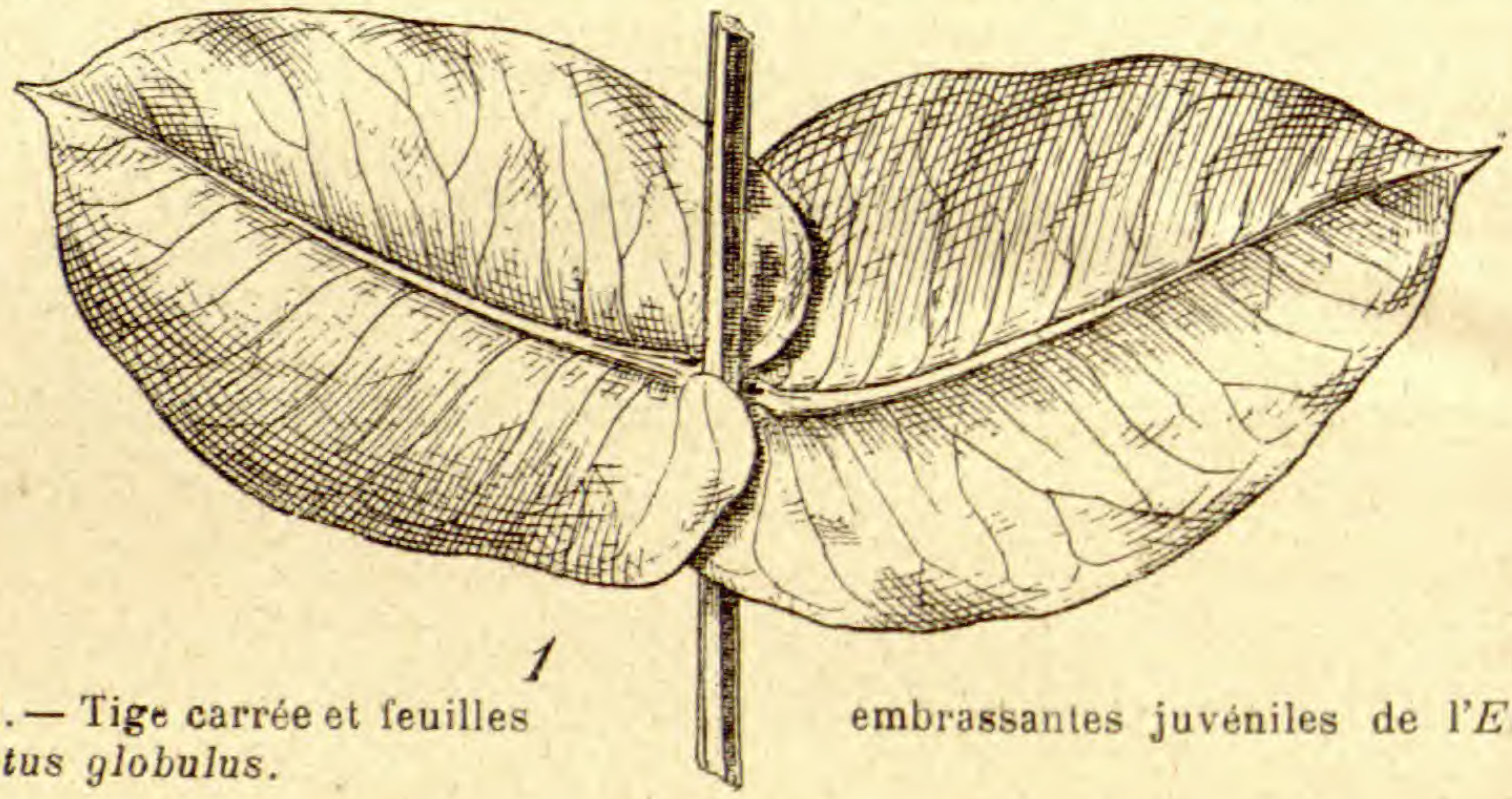


Fig. 1. — Tige carrée et feuilles embrassantes juvéniles de l'*Eucalyptus globulus*.

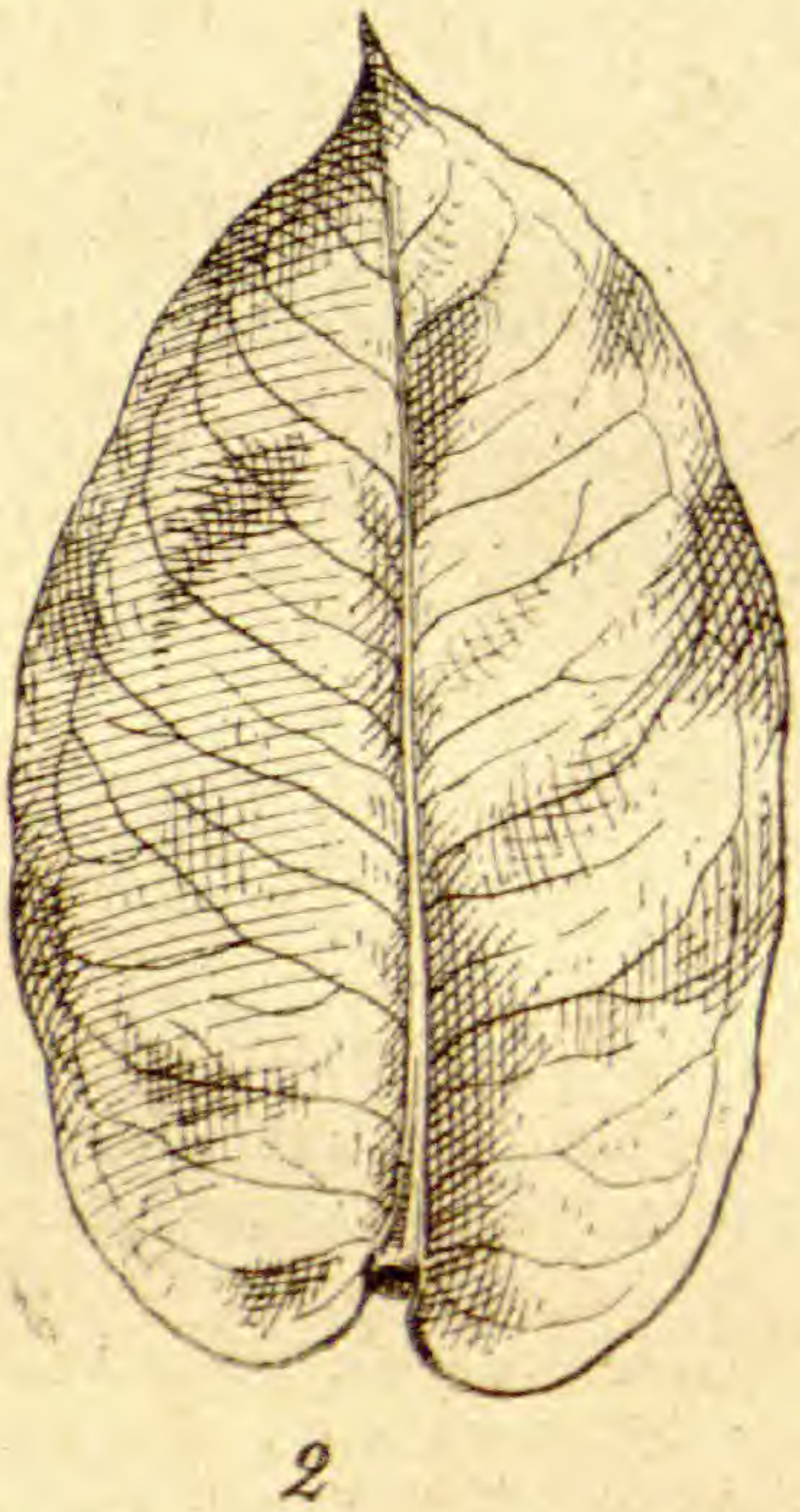


Fig. 2. — Feuille juvénile isolée d'*Eucalyptus globulus*.

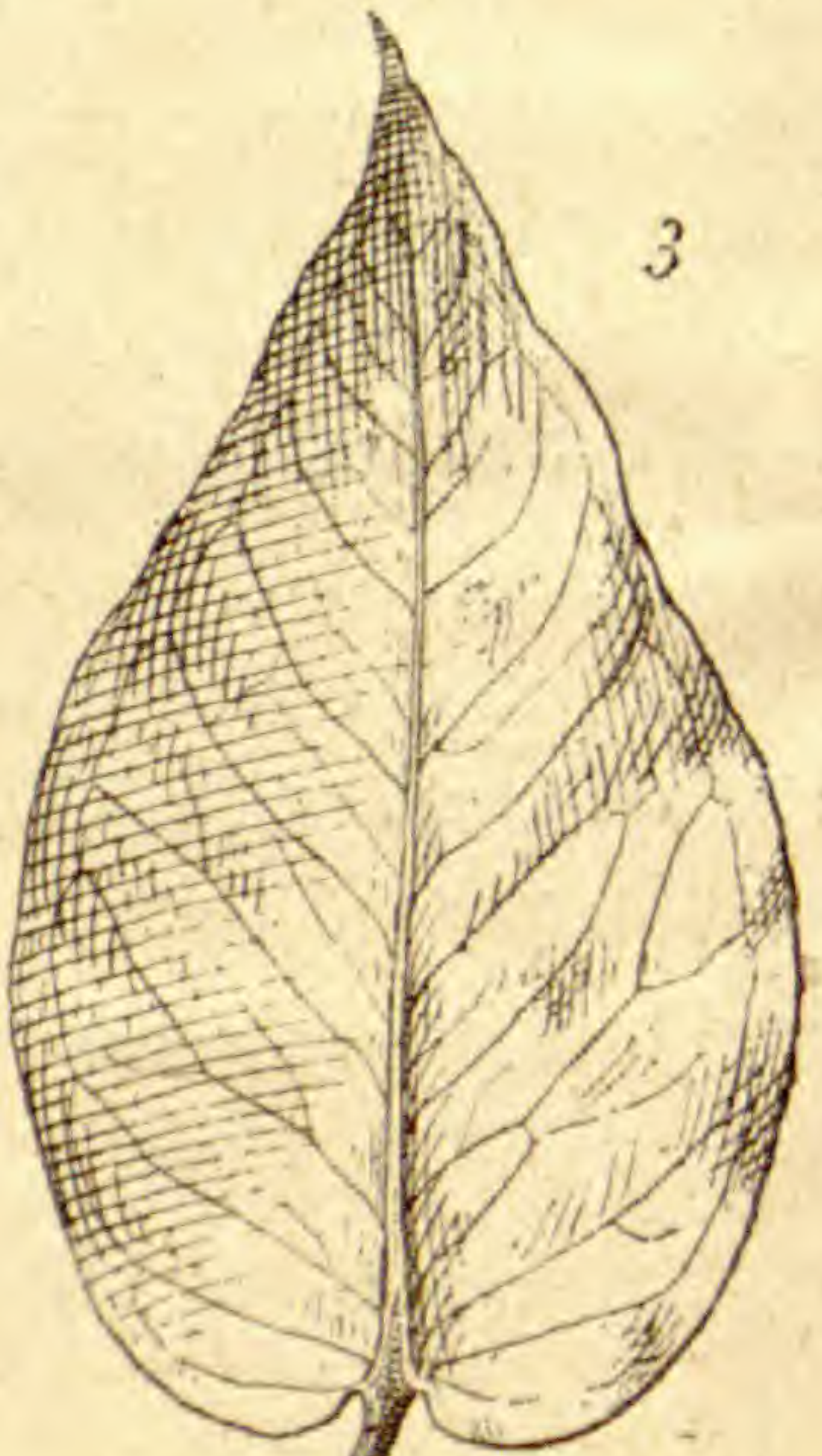


Fig. 3. — Feuille pétiolée cordiforme chez l'*Eucalyptus globulus* décapité.

A l'état adulte, la tige est ronde et de couleur brune ; les feuilles sont alternes et portent un pétiole assez long ; leur limbe est vertical, très étroit, falciforme, de couleur vert brun et il se termine par une longue pointe (fig. 5 et 6).

L'aspect et le port de la plante sont donc très différents suivant qu'elle est à l'état juvénile ou à l'état adulte. Au bout d'un certain nombre d'années, la forme adulte persiste seule.

Les fleurs et les fruits se forment exclusivement à l'aisselle des feuilles adultes chez l'arbre normal. Cependant on a récemment signalé (1) un cas très remarquable de floraison, à l'état juvénile, d'un exemplaire de cette espèce, élevé en pot et ayant fortement souffert de la sécheresse.

Un bel exemplaire d'*Eucalyptus globulus* existe à Erquy, dans une propriété appartenant à M. Héleut, de Brest, et située à environ deux cents mètres de la mer. Il est âgé de plus de dix ans ; depuis quelques années ses feuilles juvéniles n'existaient plus et il était complètement adulte.

Lors de l'installation de l'éclairage électrique en 1915, on fut obligé de le couper à quatre mètres de hauteur environ. La décapitation fut donc faite dans la partie adulte ; quelques branches, situées au-dessous de la section, et également adultes, furent conservées dans le but de maintenir la vie de l'arbre.

Celui-ci a survécu à la mutilation, bien qu'elle eût été faite maladroitement par un ouvrier électricien qui n'entendait rien à l'arboriculture. Des rameaux réparateurs apparurent au voisinage de la coupe et poussèrent avec vigueur pour suppléer les parties enlevées. Ces pousses avaient une tige carrée et glauque ; les feuilles étaient opposées, sessiles, embrassantes et glauques ; en un mot se trouvaient réunis tous les caractères de la forme juvénile.

Les branches latérales qui avaient été respectées donnèrent elles-mêmes des pousses entièrement juvéniles au début, montrant par là que le déséquilibre de nutrition causé par la décapitation de l'axe principal s'était étendu à tout ce qui restait de l'appareil végétatif.

Au bout de quelques mois de végétation très active, la partie enlevée était presque entièrement régénérée par les pousses nouvelles. Pendant ce temps, la suralimentation avait diminué lentement et progressivement et, à ces conditions nouvelles de vie, avait correspondu un changement de teinte, de forme et de port chez les rameaux réparateurs et chez les pousses des branches anciennes. Les angles de la tige s'étaient émoussés peu à peu ; puis la teinte glauque avait fait place au vert brun. Les feuilles changèrent également de couleur et de forme ; le limbe s'allongea peu à peu ; un pétiole peu marqué se détacha de la tige et la disposition alterne prit la place de la disposition opposée juvénile (fig. 3). Plus tard, ce changement s'accentua de plus en plus ; le limbe devint falciforme et vert brun (fig. 4). Enfin quand l'équilibre de végétation fut totalement rétabli, les feuilles reprirent complètement les caractères de la feuille adulte ainsi que les tiges (fig. 5). Même certaines feuilles

---

(1) D. Bois. Floraison prématurée de l'*Eucalyptus globulus* (*Revue horticole*, 16 janvier 1916).

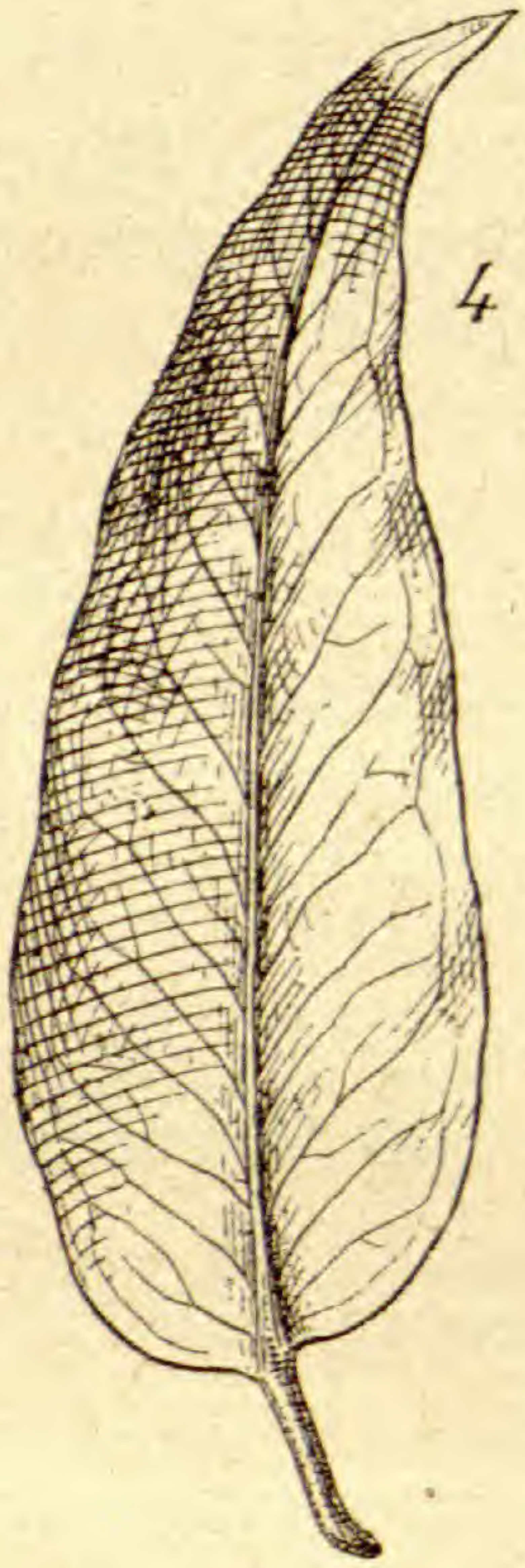


Fig. 4. — Feuille courte falciforme de l'*Eucalyptus globulus* décapité.

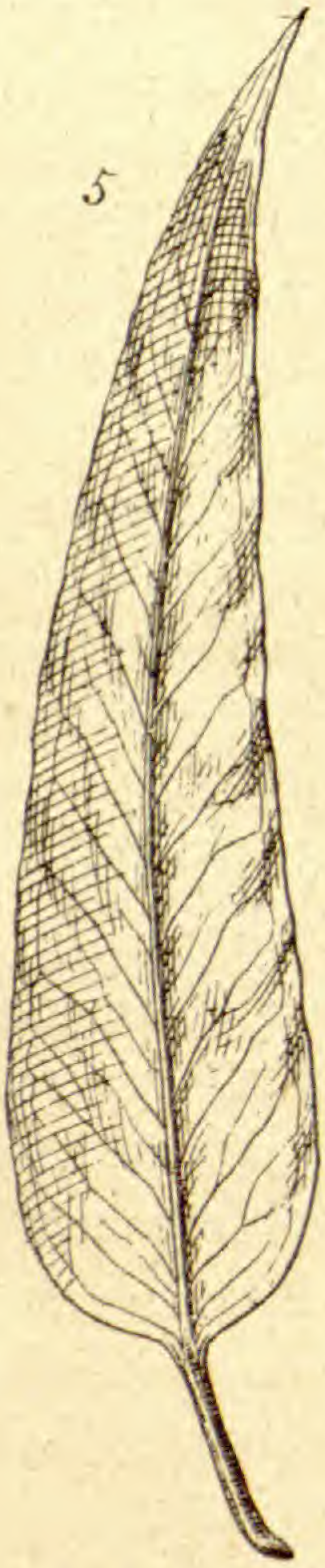


Fig. 5 — Feuille allongée falciforme de l'*Eucalyptus globulus* décapité.

du sommet avaient une forme plus étroite et plus effilée que dans le type normal (fig. 6).

Ces résultats sont intéressants. Ils montrent que la décapitation de l'*Eucalyptus globulus* adulte peut ramener pour un temps l'état juvénile chez cet arbre. C'est la première fois, à ma connaissance du moins, qu'un tel fait est signalé Il y a lieu de croire que des observations analogues pourraient être faites, à la suite de la décapitation, chez les plantes qui présentent des formes distinctes au cours de leur évolution.

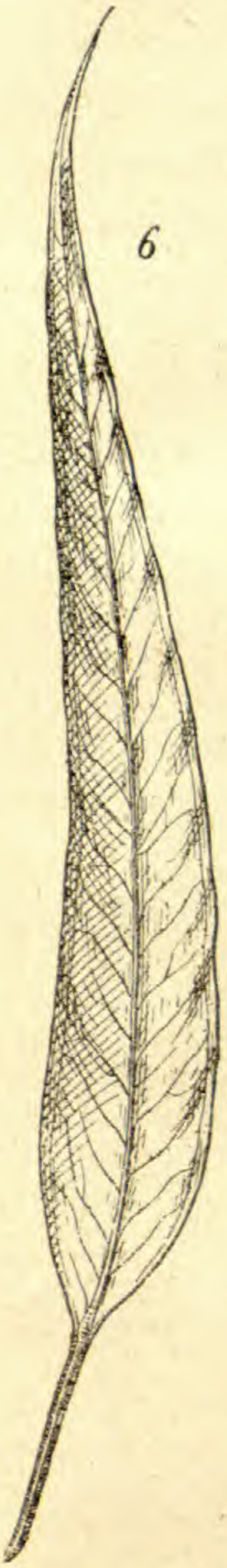


Fig. 6. — Feuille très allongée et étroite, située au sommet d'une pousse de remplacement chez l'*Eucalyptus globulus* décapité.

II

Sectionnement des racines de la Carotte potagère

J'ai indiqué depuis longtemps que les Carottes, greffées sur diverses Ombellifères à l'état jeune, emmagasinaient exclusivement leurs réserves dans les parties de la racine non blessées lors de la préparation du greffon. De même les jeunes pieds de Carotte transplantés avant que la tuberculisation soit commencée ne grossissent que dans la partie non blessée du pivot et donnent quelquefois des racines secondaires épaissies faiblement (1). Pour obtenir des Carottes à tubercule normal après repiquage, il faut prendre des précautions spéciales pour n'endommager en quoi que ce soit le jeune pivot ; cette opération est très difficile et c'est la raison pour laquelle on ne repique pas les carottes en grande ou en petite culture.

Au cours de l'année 1916, j'ai, en me servant d'un procédé particulier que je décrirai ultérieurement, sectionné des racines de Carotte rouge potagère sans les arracher du sol et sans les faire périr. Après une période de souffrance plus ou moins longue suivant les exemplaires et suivant la perfection de l'opération, les plantes ont repris le dessus et leur végétation est redevenue normale.

---

(1) Lucien Daniel. Nouvelles recherches sur les greffes herbacées (*Revue bretonne de Botanique*, 1913).

Je n'ai pas opéré à la même époque pour tous les exemplaires ni coupé le pivot à la même hauteur. Dans une première série d'expériences, j'ai sectionné le pivot au moment où la tuberculisation n'avait pas encore commencé, et à une assez faible distance du collet. A l'arrachage, j'ai constaté, le plus souvent, la formation de deux racines de remplacement égales ou inégales et formant une sorte de cyme bipare. Tantôt ces deux racines étaient verticales, comme le pivot primitif (fig. 7) ; tantôt elles étaient écartées et avaient en partie perdu leur géotropisme positif (fig. 8).

Dans une seconde série, j'ai sectionné l'une des racines de remplacement au moment où la tuberculisation était déjà assez avancée, en ayant soin de laisser l'autre intacte. Des radicelles réparatrices se sont formées dans la majorité des cas, mais ne se sont pas tuberculisées (fig. 9) ou bien ont grossi à peine (fig. 10). Ce résultat montre

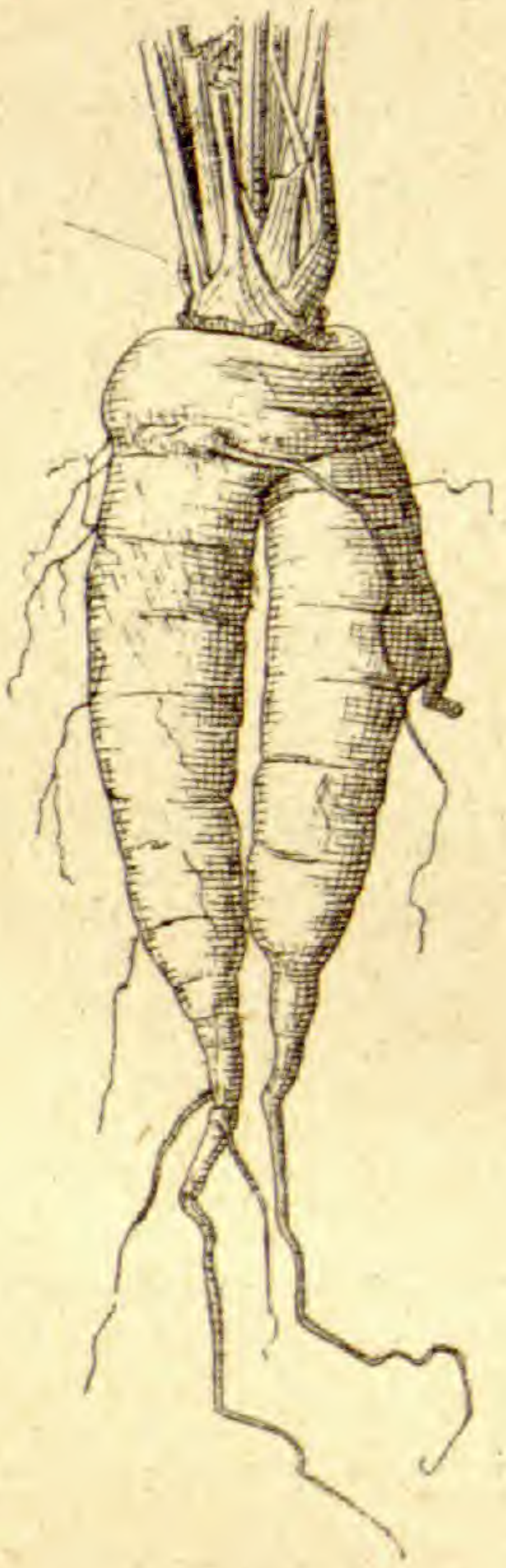


Fig. 7 — Racine de carotte ramifiée en cyme bipare après sectionnement, avec conservation du géotropisme normal du pivot.

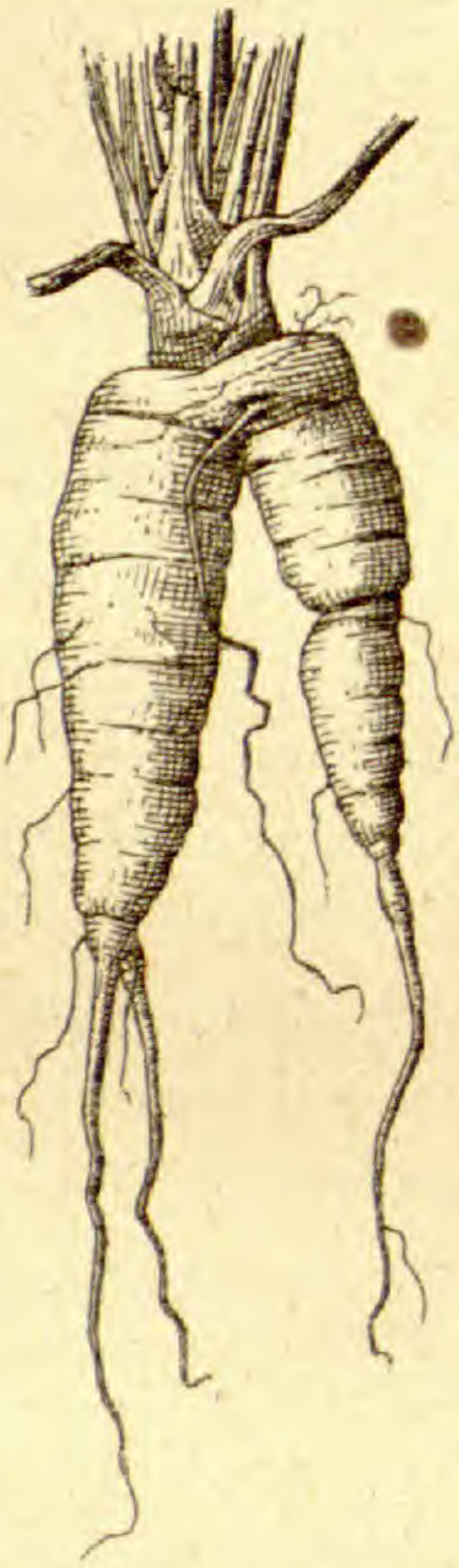


Fig. 8. — Racine de carotte ramifiée en cyme bipare, après sectionnement, mais à rameaux réparateurs écartés.

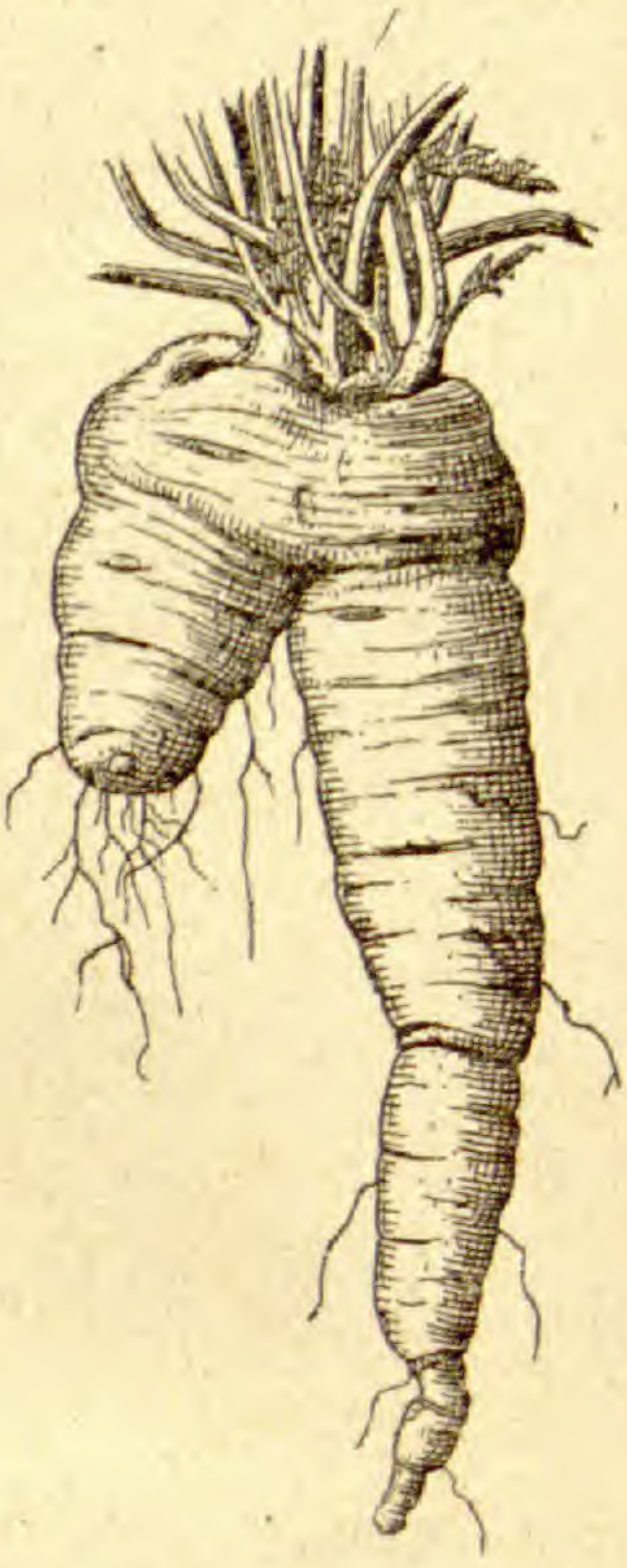


Fig. 9. — Racine de carotte ramifiée inégalement ; un rameau réparateur est resté à l'état de moignon.

la grande importance de l'époque à laquelle on fait le sectionnement quant à la façon dont se fait la régénération.

Enfin, dans une dernière série d'essais, j'ai sectionné le pivot après que la tuberculisation était très avancée et à une assez grande distance du collet. La racine principale a cessé alors de croître et de grossir ; la plaie s'est cicatrisée sans donner de rameaux réparateurs. La tuberculisation n'a pas été arrêtée complètement, mais elle s'est faite dans quelques racines latérales déjà existantes et qui ont pris la forme de mamelons plus ou moins allongés, disposés sans ordre apparent (fig. 11).

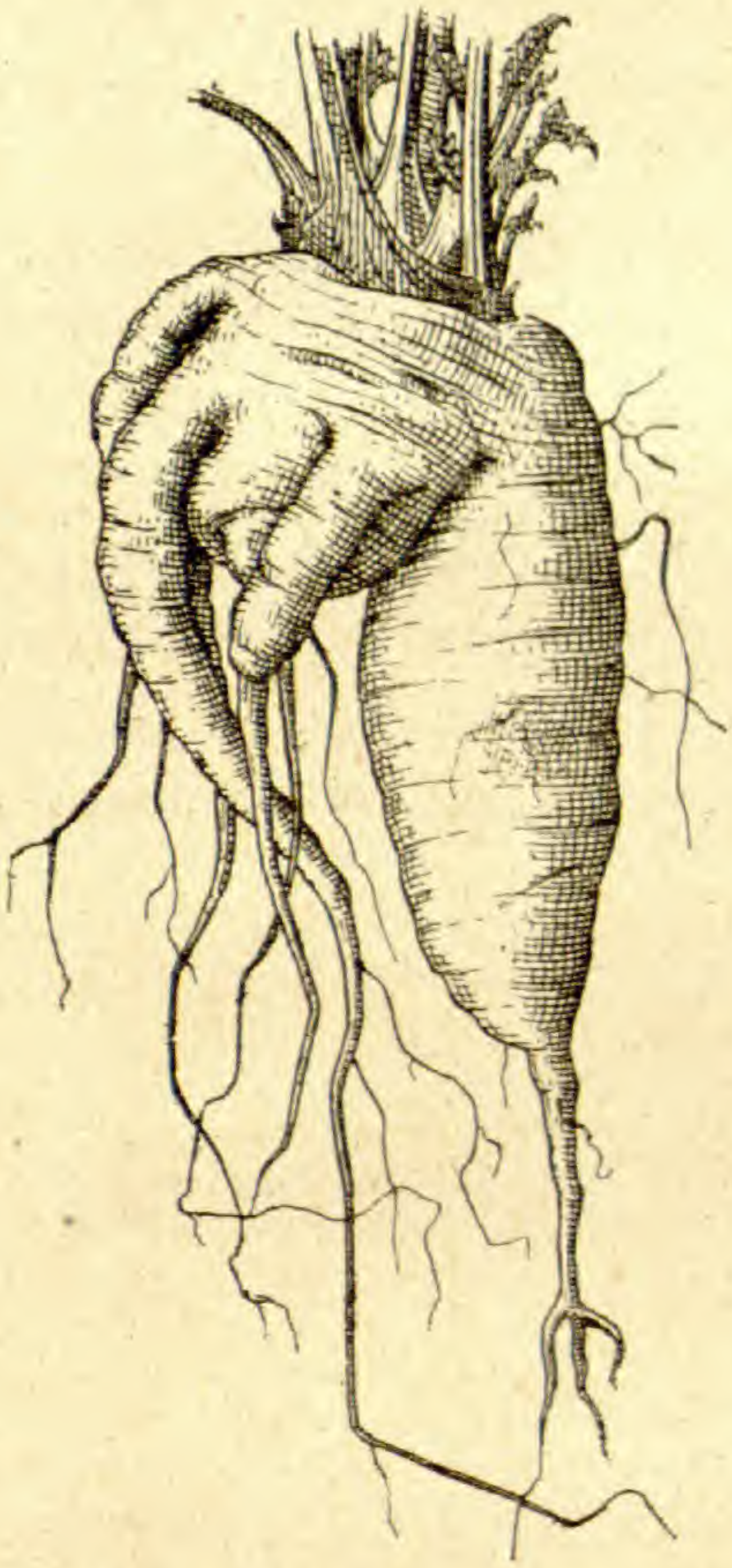


Fig. 10. — Racine de carotte sectionnée à deux reprises. La 2e section a été faite sur un des rameaux réparateurs et non sur l'autre.

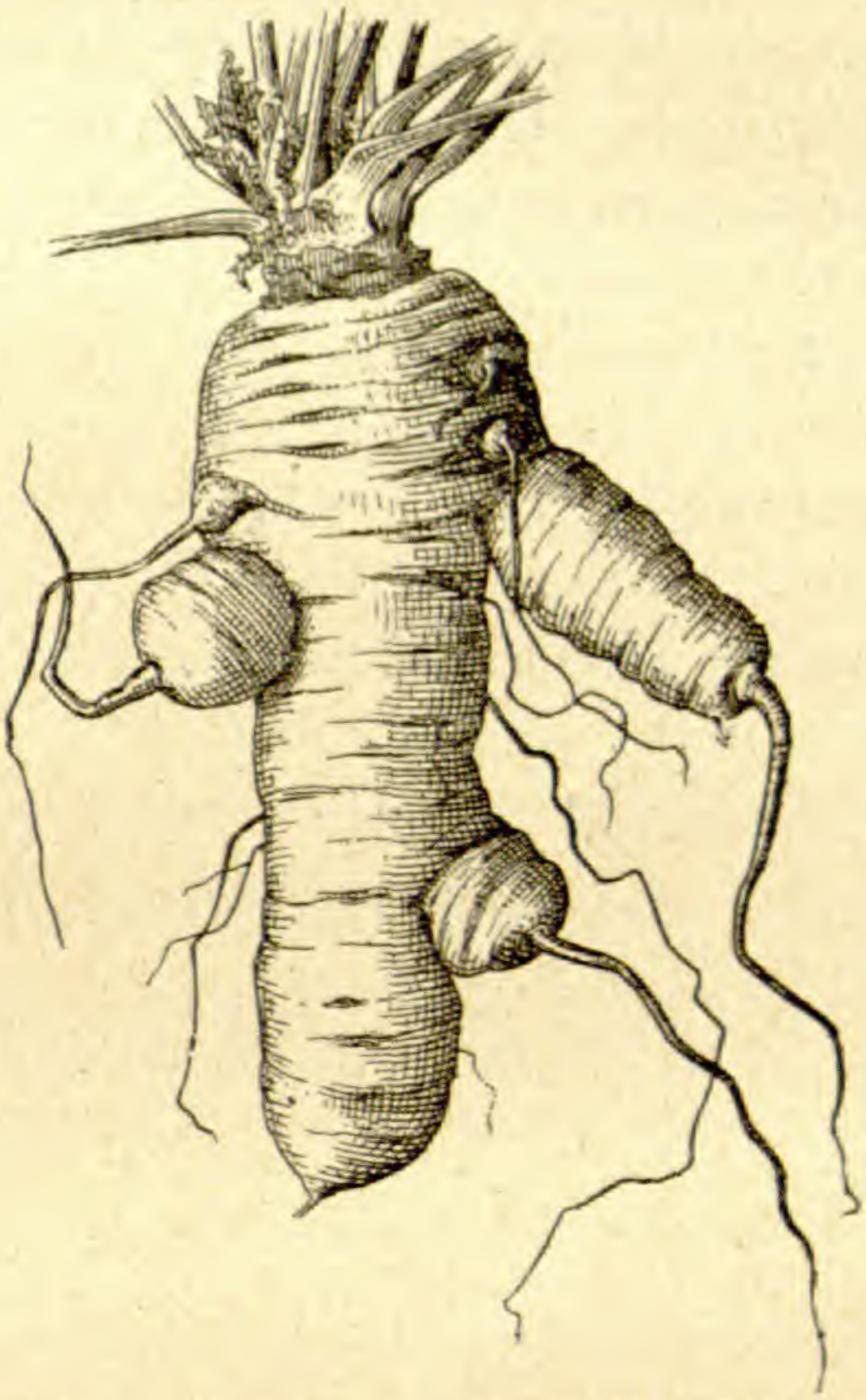


Fig. 11. — Racine de carotte sectionnée tardivement. La section a provoqué la formation de réserves dans quelques racines latérales.

Ainsi, à la fin de la végétation, les résultats du sectionnement sont très différents de ce qu'ils sont au début chez la racine tuberculeuse de la Carotte et cela vient à l'appui de ce qui a été indiqué pour la deuxième série d'expériences. Mais cette influence de l'époque est ici combinée avec celle de la distance de la plaie au collet de la plante.

Dans les jardins et les champs, les Carottes à tubercules ramifiés et déformés à des degrés divers ne sont pas très rares. Au point de vue utilitaire, elles ont moins de valeur. On attribue souvent ces formes accidentelles à l'état du sol insuffisamment meuble ou à la présence de cailloux qui s'opposeraient à la pénétration verticale du pivot.

Les expériences que je viens de rapporter montrent que ce ne sont pas là les seules causes du phénomène, en admettant même qu'elles puissent le provoquer, ce qui n'est nullement démontré, car la racine, en présence d'un obstacle, le contourne et reprend ensuite son géotropisme habituel si cet obstacle n'est pas trop étendu.

Les déformations et les ramifications analogues à celles que j'ai décrites et figurées et qui s'observent dans les cultures sont plutôt dues aux insectes et aux limaces qui coupent la racine, le plus souvent à l'état jeune, près du collet, et qui, quelquefois aussi, rongent le sommet végétatif du pivot quand la tuberculisation est commencée ou avancée.

RENÉ ZEILLER

(fin)

1905

293. Une nouvelle classe de gymnospermes : les Ptéridospermées *(Revue générale des Sciences*, XVI, p. 718-727).

294. Sur quelques empreintes végétales de la formation charbonneuse supra-crétacée des Balkans *(Ann. M.*, 1e S., t. VII, p. 326-349, pl. VII).

295. Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesménils et Pont-à-Mousson *(C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 837-840).

296. Observations relatives à la note de M. Nicklès sur la découverte de la houille à Abaucourt (Meurthe-et-Moselle) *(C. S. Ac. Sc.*, t. LCXLI, p. 66-67).

297. Sur les résultats des sondages entrepris dans la région de Pont-à-Mousson *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e S., t. V, p. 161-163).

298. Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par M. J. de Morgan *(Ibid.*, p. 190-197).

299. Compte-rendu de Grand'Eury, sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* t. XL, Revue bibliographique, p. 477).

300. Compte-rendu de Grand'Eury sur les *Rhabdorcarpus,* les graines et l'évolution des Cordaïtées *(Ibid.,* p. 477-488).

301. Compte-rendu de P. Fliche, Flores des tufs du Lautaret (Hautes-Alpes) et d'Entraigues (Savoie) *(Botanisches Centralblatt,* vol. 98, p. 127).

302. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines des Névroptéridées *(Ibid.,* p. 128).

303. Compte-rendu de P. H. Fritel, Les *Cinnamonum* fossiles de France. Espèces paléocènes. *(Ibid.,* p. 239).

304. Compte-rendu de P. Marty, Les études de M. Laurent sur la Flore fossile du Cantal *(Ibid.,* p. 239).

305. Compte-rendu de A. Lauby, Sur le niveau diatomifère du ravin des Egravats près le mont Dore (Puy-de-Dôme) (*Ibid.,* p. 558).

306. Compte-rendu de P. Collet, Notices géologiques et paléontologiques pour servir à la géologie de l'arrondissement de Sainte-Menehould ; avec la description des fossiles nouveaux par MM. Fliche, A. Peron et J. Lambert (*Ibid.,* vol. 98, p. 77).

307. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot (*Ibid.,* p. 77).

308. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les *Rhabdocarpus,* les graines et l'évolution des Cordaïtées (*Ibid.,* p. 78).

309. Compte-rendu de P. Fliche et R. Zeiller, Note sur une Florule Portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer (*Ibid.,* p. 94).

310. Compte-rendu de L. Laurent, Flore pliocène des Cinérites du Pas-de la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal) ; avec une Introduction géologique et paléontologique par P. Marty (1re partie) (*Ibid.,* p. 121).

311. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle) (*Ibid.*, p. 123).

312. Compte-rendu de P. H. Fritel, Plante fossile des schistes lignitifères de Menat (*Ibid.*, p. 256).

313. Compte-rendu de P. H. Fritel, Les *Cinnamomum* fossiles de France. Espèces oligocènes (*Ibid.*, p. 284).

314. Compte-rendu de L. Laurent, Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal) Suite et fin (*Ibid.*, p. 285).

315. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur quelques empreintes végétales de la formation charbonneuse supracrétacée des Balkans (*Ibid.*, p. 286).

316. Compte-rendu de P. Marty, Végétaux fossiles des Cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal) (*Ibid.*, p. 315).

317. Compte-rendu de R. Zeiller, Une nouvelle classe de Gymnospermes : les Ptéridospermées (*Ibid.*, p. 478).

318. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par M. J. de Morgan (*Ibid.*, p. 526).

1906

319. ETUDE SUR LA FLORE FOSSILE DU BASSIN HOUILLER ET PERMIEN DE BLANZY ET DU CREUSOT. (Texte IV-269 p., 9 fig., Atlas, IV p., 51 pl.. Ministère des travaux publics. Etude des gîtes minéraux de la France).

Les végétaux fossiles et leurs enchaînements, v. 1907, nº 345.

320. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les bois fossiles de Madagascar (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LIII, Revue bibliographique, p. 283-284).

321. Compte-rendu de Grand'Eury, sur les graines de *Sphenopteris*, sur l'attribution des *Codonospermum* et sur l'extrême variété des graines de fougères (*Ibid.*, p. 508-509).

322. Compte-rendu de Grand'Eury, sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller (*Ibid.*, p. 509-510).

323. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur les bois fossiles de Madagascar (*Botanisches Centralblatt*, vol. 101, p. 28).

324. Compte-rendu de A. Lauby, Première note sur la florule miocène du Trou de l'Enfer, Commune d'Andelat, près Saint-Flour (Cantal) (*Ibid.*, p. 29).

325. Compte-rendu de O. Lignier, Notes complémentaires sur la structure du *Bennettites Morierei* Sap. et Mar. (*Ibid.*, p. 29).

326. Compte-rendu de P. Marty, L'if miocène de Joursac (Cantal) : Sur un cas d'intervention des caractères histologiques de leur épiderme dans la détermination des feuilles fossiles (*Ibid.*, p. 159).

327. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines de *Sphenopteris*, sur l'attribution des *Codonospermum* et sur l'extrême variété des graines des fougères (*Ibid.*, p. 190).

328. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Ce que les coupes minces des charbons de terre nous ont appris sur leurs modes de formation (*Ibid.*, p. 541).

329. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller (*Ibid.*, p. 543).

330. Compte-rendu de L. Laurent, Contribution à la flore des cinérites plaisanciennes du Pas-de-la-Mougudo (Cantal). Note complémentaire à propos du *Paulownia europaea* Laur. Synonymie : *Tilia expansa* Sap. et Mar. Flore fossile de Meximieux (*Ibid.*, p. 559).

331. Compte-rendu de E. Bonnet, Contribution à la flore fossile des Grès éocènes de Noirmoutiers (*Ibid.*, p. 640).

332. Compte-rendu de H. Douxami et P. Marty, Végétaux fossiles de la Molasse de Bonneville (Haute-Savoie) (*Ibid.*, p. 671).

333. Compte-rendu de E. Bonnet, Contribution à la flore tertiaire du Maroc septentrional (*Ibid.*, vol. 102, p. 28).

334. Compte-rendu de L. Cayeux, Les tourbes des plages bretonnes, au nord de Morlaix (Finistère) (*Ibid.*, p. 28).

335. Compte-rendu de E. Bonnet, Contribution à la flore pliocène de la province de Bahia (Brésil) (*Ibid.*, p. 77).

336. Compte-rendu de E. Haug, Paléontologie, dans : F. Foureau, Documents scientifiques de la mission saharienne, mission Foureau-Lamy, d'Alger au Congo par le Tchad (*Ibid.*, p. 78).

337. Compte-rendu de P. Petit et H. Courtet, Les sédiments à Diatomées de la région du Tchad (*Ibid.*, p. 79).

338. Compte-rendu de A. Renier, Sur la flore du terrain houiller inférieur de Baudour (Hainaut) (*Ibid.*, p. 79).

339. Compte-rendu de E. Bonnet, Sur la présence de noyaux d'olives fossiles dans l'oligocène du Tarn (*Ibid.*, p. 127).

340. Compte-rendu de L. Vedel, Flore fossile du fond du puits de Malagra à Bessèges (*Ibid.*, p. 127).

341. Compte-rendu de L. Vedel, Sur les variations de forme des cicatrices dans la partie syringodendroïde des Sigillaires (*Ibid.*, p. 128).

342. Compte-rendu de P. Fritel, Sur les argiles yprésiennes de l'Aisne et les conditions climatériques à l'époque lutétienne (*Ibid.*, p. 208).

343. Compte-rendu de O. Lignier, *Radiculites reticulatus*, radicelle fossile de Séquoïnée (*Ibid.*, p. 266).

344. Compte-rendu de P. Maury, Les alluvions pliocènes et miocènes de la haute vallée de la Véronne (Cantal). Avec une étude du dépôt diatomifère de La Garde (Cantal) par le Frère Héribaud Joseph (*Ibid.*, p. 463).

1907

345. Les végétaux fossiles et leurs enchaînements [Conférence faite à Fribourg en Suisse le 15 décembre 1906) (*Revue du mois*, t. III, [1907], p. 129-149).

346. Les progrès de la Botanique de l'ère des Gymnospermes (*Progressus rei Botanicae* publié par l'Association internationale des Botanistes, vol. II, p. 171-226).

347. Note sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yunnan méridional (*Ann. M.*, 10^e S., t. XI, p. 472-494, pl. XIV).

348. Sur la flore et sur les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIV, p. 1137-1143).

349. Sur quelques *Lepidostrobus* de la région pyrénéenne (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, p. 1122-1126).

350. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines et inflorescences de *Callipteris* Br. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LIV, Revue bibliographique, p. 557).

351. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les inflorescences des Fougères à graines du Culm et du terrain houiller (*Ibid.*, p. 557-558).

352. Compte-rendu de E. Bureau, Sur une Lépidodendrée nouvelle (*Ibid.*, p. 558).

353 Compte-rendu de P. Fliche, Lavoisier et le genre *Isoetes* dans les Vosges (*Ibid.*, p. 558-559).

354. Compte-rendu de P. Fliche, Nota sobra algunos vegetales terciarios de Cataluña. — Note sur quelques végétaux tertiaires de Catalogne (*Ibid.*, p. 750).

355. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les graines et inflorescences des *Callipteris* Br. (*Botanisches Centralblatt*, vol. 104, p. 444).

356. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les Inflorescences des Fougères à graines du Culm et du terrain houiller (*Ibid.*, p. 444-445).

357. Compte-rendu de E. Bureau, Sur une Lépidodendrée nouvelle (*Thaumasiodendron andegavense*) du terrain houiller inférieur de Maine-et-Loire (*Ibid.*, p. 497).

358. Compte-rendu de O. Lignier, Sur une Algue oxfordienne (*Glœocystis oxfordiensis*) (*Ibid.*, p. 498).

359. Compte-rendu de R. Zeiller, Etudes sur la flore fossile du bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot (*Ibid.*, vol. 105, p. 8-9).

360. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Notions nouvelles sur la formation des charbons de terre (*Ibid.*, p. 132-133).

361. Compte-rendu de P. Combes fils, Recherches sur les variations du fruit chez *Nipadites Heberti* Wat. du Calcaire grossier parisien (*Ibid.*, p. 133).

362. Compte-rendu de P. Bertrand, Etude du stipe de l'*Adelophyton Julieri* (B. Renault) (*Ibid.*, p., 299-300).

363. Compte-rendu de L. Cayeux, Les Tourbes immergées de la Côte Bretonne dans la région de Plougasnou-Primel (Finistère). (*Ibid.*, p. 300-301).

364. Compte-rendu de R. Zeiller, Les Végétaux fossiles et leurs enchaînements (*Ibid.*, p. 301).

365. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Les caractéristiques du genre *Taxospermum* de Brongniart (*Ibid.*, p. 596).

366. Compte-rendu de L. Bertrand, Caractéristiques de la trace foliaire de l'*Ankyropteris Bibractensis* B. R. sp. (*Ibid.*, p. 596-597).

367. Compte-rendu de P. Bertrand, Principaux caractères de la fronde du *Stauropteris Oldhamia* Binnay (*Ibid.*, p. 597).

368. Compte-rendu de P. Combes fils, Contribution à l'étude de la flore éocène. Sur un bois fossile nouveau appartenant à l'étage sparnacien (*Ibid.*, p. 614).

369. Compte-rendu de J. Dareste de la Chavanne, Sur la découverte de la formation sulfo-gypseuse (formazione gessoso-solfifera) dans le bassin de la Seybouse (*Ibid.*, p. 614-615).

370. Compte-rendu de G. B. M. Flamand, Observations nouvelles sur les terrains carbonifériens de l'Extrême Sud-Oranais (*Ibid.*, p. 615).

371. Compte-rendu de Fliche, Note sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña. — Note sur quelques végétaux tertiaires de la Catalogne (*Ibid.*, p. 615).

372. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur un charbon quaternaire de Châtaignier (*Castanea vulgaris* Lamk.) (*Ibid.*, p. 615-616).

373. Compte-rendu de P. H. Fritel, Les Canneliers fossiles (suite) (*Ibid.*, p. 616).

374 Compte-rendu de P. Marty, Etudes sur les végétaux fossiles du Trieu de Leval (Hainaut). Avec une Note préliminaire sur la résine fossile de ce gisement, par le Docteur M. Langeron (*Ibid.*, p, 616-617).

375. Compte-rendu de L. Laurent, Note sur quelques échantillons de plantes tertiaires du Yunnan. (*Ibid.*, p. 658).

376. Compte-rendu de L. Vedel, Pétrographie et Paléobotanique du Puits de Malagra, à Bessèges (*Ibid.*, p. 658-659).

377. Compte-rendu de R. Viguier, Sur l'organisation et la position systématique du genre *Sezannella* Mun. Ch. (*Ibid.*, p. 659).

278. Compte-rendu de R. Zeiller, Note sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yunnan méridional (*Ibid.*, p. 659-660).

379. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur la flore et sur les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle (*Ibid.*, p. 660-661).

1908

380. Sur un tronc de *Cycadoïdea* de l'Infracrétacé américain (*Bull Soc. Géol. Fr.*, 4e S., t. VIII, p. 78-79).

381. Sur le terrain houiller du Sud-Oranais (En collaboration avec H. Douvillé). *(C. R. Ac. Sc.*, t. CXLVI, p. 732-736).

382. Allocution prononcée à l'Assemblée générale de l'Association amicale des Elèves de l'Ecole nationale Supérieure des Mines le 25 juin 1908 *(Bulletin mensuel de l'Association*, n° 7, juillet 1908, p. 69-73).

Revue des travaux de Paléontologie végétale, v. 1909, n° 424.

383. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur quelques empreintes végétales recueillies dans les tufs des environs de Pernes *(Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LV, Revue bibliographique, p. 138).

384. Compte-rendu de L. Vedel, Pétrographie et Paléobotanique du puits de Malagra, à Bessèges (*Ibid.*, p. 301).

385. Compte-rendu de P. Bertrand, Etude du Stipe de l'*Adelophyton Jutieri* (B. Renault) (*Ibid.*, p. 301-302).

386. Compte-rendu de P. Cayeux, Les tourbes immergées de la côte bretonne dans la région de Plougasnou-Primel (*Ibid* , p. 504-505).

387. Compte-rendu de P. Bertrand, Classification des Zygoptéridées d'après les caractères de leurs traces foliaires (*Botanisches Centralblatt*, vol. 107, p. 329).

388. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Les caractéristiques du genre *Diplotesta* de Brongniart (*Ibid.*, p. 329).

389. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Les caractéristiques du genre *Leptocaryon* de Brongniart (*Ibid.*, p. 350).

390. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur quelques plantes fossiles dans le Sparnacien de la région parisienne (*Ibid.*, p, 350).

391. Compte-rendu de A. Lauby, Sur des niveaux diatomifères et lignitifères nouveaux de la région du Mont Dore (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 331).

392. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie, IV, Bois divers (1e S.,) (*Ibid.*, p. 382).

393. Compte-rendu de F. Pelourde, Sur la position systématique des tiges fossiles appelées *Psaronius*, *Psaroniocaulon*, *Caulopteris* (*Ibid.*, p. 382-383).

394. Compte-rendu de R. Viguier, Sur quelques nouvelles plantes du travertin de Sézanne *(Ibid.*, p. 465).

395. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur quelques *Lepidostrobus* de la région pyrénéenne *(Ibid.*, p. 465-466).

396. Compte-rendu de P. Bertrand, Caractéristiques de la trace foliaire dans les genres *Gyropteris* et *Tubicaulis*. *(Ibid.*, p. 538-539).

397. Compte-rendu de A. Carpentier, Contribution à l'étude du bassin houiller de Valenciennes *(Ibid.*, p. 539).

398. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur la découverte d'un Banc à *Stigmaria* dans le Calcaire carbonifère supérieur de Saint-Hilaire-sur-Helpe (Nord) *(Ibid.*, p. 539-540).

399. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur quelques inflorescences de *Crossotheca* trouvées dans le bassin houiller du Nord *(Ibid.*, p. 540).

400. Compte-rendu de A. Carpentier, Remarques sur la flore du houiller de Crespin (*Ibid.*, p. 540).

401. Compte-rendu de P. Combes fils, Sur un néotype du *Pinus* (*Pseudostrobus*) *Defrancei* Ad. Brong. du Lutétien du Trocadéro (Paris) *(Ibid.*, p. 540).

402. Compte-rendu de P. Fliche, Note sur quelques empreintes végétales recueillies dans les tufs des environs de Pernes *(Ibid.*, p. 540-541).

403. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Les caractéristiques du genre *Rhabdocarpus* d'après les préparations de la collection B. Renault *(Ibid.*, p. 645-646).

404. Compte-rendu de H. Douvillé, Perforations d'Annélides *(Ibid.*, p. 646).

405. Compte-rendu de M. Boule, Sur l'existence d'une faune et d'une flore permiennes à Madagascar *(Ibid.*, vol. 100, p. 13).

406. Compte-rendu de H. Douvillé et R. Zeiller, Sur le terrain houiller du Sud-oranais *(Ibid.,* p. 13-14).

407. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Les caractéristiques du *Cycadinocarpus augustodunensis* de B. Renault *(Ibid.,* p. 377).

408. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Les caractéristiques du genre *Cardiocarpus* d'après les graines silicifiées étudiées par Ad. Brongniart et B. Renault *(Ibid.,* p. 378).

409. Compte-rendu de P. Bertrand, Note sur les affinités des Zygoptéridées (*Ibid.,* p. 378).

410. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Remarques sur le *Taxospermum angulosum (Ibid.,* p. 408-409).

411. Compte-rendu de A. Carpentier, Remarques sur les formations houillères de la fosse n° 8 des Mines de Béthune (*Ibid.,* p. 409).

412. Compte-rendu de O. Lignier, Le fruit des Bennetitées et l'ascendance des Angiospermes (*Ibid.,* p. 409-410).

413. Compte-rendu de O. Lignier, Sur l'origine des Sphénophyllées (*Ibid.,* p. 410).

414. Compte-rendu de O. Lignier, Sur un moule litigieux de *Williamsonia gigas* (L. et H.) Carr. *(Ibid.,* p. 410-411).

415. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie. V. Nouvelles recherches sur le *Propalmophyllum liasinum* Lignier (*Ibid.,* p. 411).

416. Compte-rendu de A. Renier, Origine raméale des cicatrices ulodendroïdes du *Bothrodendron punctatum* Lindley et Hutton (*Ibid.,* p. 411-412).

417. Compte-rendu de Grand'Eury, Sur les organes et le mode de végétation des Névroptéridées et autres Ptéridospermes (*Ibid.,* p. 436-437).

418. Compte-rendu de F. Pelourde, Recherches comparatives sur la structure de la racine chez un certain nombre de *Psaronius* (*Ibid.,* p. 437).

419. Compte-rendu de F. Pelourde, Recherches sur la position systématique des plantes fossiles dont les tiges ont été appelées *Psaronius, Psaroniocaulon, Caulopteris* (*Ibid.,* p. 437-433).

420. Compte-rendu de A. Lauby, Découverte de plantes fossiles dans les terrains volcaniques de l'Aubrac (*Ibid..* p. 455).

1909

421. Observations sur le *Lepidostrobus Brownii* Brongniart (Sp.) *(C. R. Ac. Sc.,* t. CXLVIII, p. 890-896).

422. Notice sur M. P. Fliche, sa vie et ses travaux *(Bull. Soc. Bot. Fr.,* t. LVI, p. 480-499).

423. Les problèmes et les méthodes de la Paléobotanique *(Revue du Mois,* T. VI, p. 641-648. A formé ensuite l'un des chapitres [non numérotés] du livre « *De la méthode dans les Sciences* », 2e S., p. 131-156. Paris, 1911).

424. *Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1901-1906, 112 p., extrait de la Revue générale de Botanique,* t. XX [1908], p. 40-44 ; 90-93 ; 183-187 ; 306-313 ; 345-349 ; 379-382 ; 412-414 ; 441-446 ; 461-464 ; et XXI [1909], p. 39-46 ; 76-91 ; 117-123 ; 158-173 ; 208-218 ; 248-254 ; 274-284.

425. Compte-rendu de Grand'Eury, sur les organes et le mode de végétation des Névroptéridées et autres Ptéridospermes (*Bull. Soc. Bot. Fr.,* t. XLVI, Revue bibliographique, p. 414-415).

426. Compte-rendu de W. K. Van Alderwerelt van Rosenburg, *Malayans Ferns. Handbook to the Determination of the Ferns of the Malayan Islands, incl. those of the Malay Peninsula, the Philippines and New Guinea* (*Ibid.,* p. 415-416).

427. Compte-rendu de P. H. Fritel et R. Viguier, Les *Equisetum* fossiles et leur structure (*Ibid.,* p. 416-417).

428. Compte-rendu de P. H. Fritel et R. Viguier, sur un champignon des *Equisetum* fossiles (*Ibid.*, p. 417-418).

429. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie. V. Nouvelles recherches sur le *Bropalmophyllum liasinum* Lignier (*Ibid.*, p. 418-419).

430. Compte-rendu de W. R. Maxon, *Studies of tropical American Ferns*, n° 2 (*Ibid.*, p. 589-590).

431. Compte-rendu de H. Brockmann-Jerosch, *Neue Fossilfunden aus dem Quartär und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit* (*Ibid.*, p. 590-591).

432. Compte-rendu de A. von Hayek, *Flora von Striermark*, 1ᵉʳ Bd. Heft 1. (*Ibid.*, p. 592).

433. Compte-rendu de P. Bertrand, Etudes sur la fronde des Zygoptéridées (*Ibid.*, p. 623-625).

434. Compte-rendu de L. Aug, Note sur la végétation des tufs quaternaires de Piécourt (Gard) (*Botanisches Centralblatt*, vol. 110, p. 169).

435. Compte-rendu de P. Bertrand, Sur les stipes de *Clepsydropsis* (*Ibid.*, p. 169).

436. Compte-rendu de E. Bureau, L. L. Davy et A. Dumas, Livret-guide de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Nantes et à Chateaubriant du 1ᵉʳ au 9 septembre 1908. (*Ibid.*, p. 169-170).

437. Compte-rendu de A. Carpentier, Remarques sur le Terrain houiller des Mines de Béthune (*Ibid.*, p. 255).

438. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur la présence des genres *Salvinia* Mich., *Nymphaea* Fourn. et *Pontederia* Linn. dans les argiles sparnaciennes du Montois (*Ibid.*, p. 256).

439. Compte-rendu de P. Marty, Sur la flore fossile de Lugarde (Cantal) (*Ibid.*, p. 256).

440 Compte-rendu de L. Morellet, Deux Algues Siphonées verticillées du Thanétien de Boncourt (Oise) (*Ibid.*, p. 256-257).

441. Compte-rendu de F. Pelourde, Sur un nouveau type de pétiole de Fougère fossile (*Ibid.*, p. 302).

442. Compte rendu de L. Vedel, Observations sur le synchronisme des divisions stratigraphiques établies par le bassin houiller de la Cèze (*Ibid.*, p. 303).

443. Compte-rendu de C. E. Bertrand, La spécification des *Cardiocarpus* de la collection B. Renault. (*Ibid.*, vol. 111, p. 28).

444. Compte-rendu de P. Bertrand, Etudes sur la fronde des Zygoptéridées (*Ibid.*, p. 28-30).

445. Compte-rendu de P. Fliche, Sur une Algue fossile du Sinémurien (*Ibid.*, p. 31).

446. Compte-rendu de P. Fliche, Sur une fructification de Lycopodinée trouvée dans le Trias (*Ibid.*, p. 31).

447. Compte-rendu de P. H. Fritel, Revision des Myricacées fossiles du grès de Belleu (*Ibid.*, p. 31).

448. Compte-rendu de P. H. Fritel, Note sur une espèce fossile nouvelle du genre *Salvinia* (*Ibid.*, p. 134-135).

449. Compte-rendu de Fr. Joseph Héribaud, Les Diatomées fossiles d'Auvergne (Troisième Mémoire) (*Ibid.*, p. 135).

450. Compte-rendu de L. Laurent, Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal). Avec une introduction géologique, par P. Marty. (*Ibid.*, p. 136-137).

451. Compte-rendu de F. Pelourde, Observations sur un nouveau type de pétiole fossile, le *Flicheia esnostensis*, nov. gen. n. sp. (*Ibid.*, p. 137).

452. Compte-rendu de M. Leriche, Sur les fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie à *Actinocamax quadratus* (*Ibid.*, p. 472-473).

453. Compte-rendu de F. Pelourde, Note sur le genre fossile *Diplolabis* B. R. (*Ibid.*, p. 473).

454. Compte-rendu de R. Zeiller, Observations sur les *Lepidostrobus Brownii* Brongniart (sp.) (*Ibid.*, p. 473-474).

455. Compte-rendu de E. Regnault, A propos du *Vexilum Desglandei* Rouault (*Ibid.*, p. 484).

456. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Sur des figures cristalloïdes et bacillaires qui se sont produites pendant l'altération de quelques graines silicifiées. (*Ibid.*, p. 501).

457. Compte-rendu de A. Carpentier, Remarques sur une faune de Crustacés carbonifères (*Ibid.*, p. 501).

458. Compte-rendu de A. Carpentier, Sur quelques graines et microsporanges de Ptéridospermées trouvés dans le bassin houiller du Nord (*Ibid*, p. 501-502).

459. Compte-rendu de P. Fliche, Nouvelle note sur quelques végétaux fossiles de la Catalogne (*Ibid.*, p. 502).

460. Compte-rendu de P. H. Fritel, Note sur trois Nymphéacées nouvelles du Sparnacien des environs de Paris. (*Ibid.*, p. 502-503).

461. Compte-rendu de P. H. Fritel et R. Viguier, Les *Equisetum* fossiles et leur structure (*Ibid.*, p. 503).

462. Compte-rendu de P. H. Fritel et R. Viguier, Sur un Champignon des *Equisetum* fossiles (*Ibid.*, p. 503).

463. Compte-rendu de O. Lignier, Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal (*Ibid.*, p. 504-505).

1910

464. Considérations finales *terminant (p. 273-286) la* Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, de P. Fliche, Paris-Nancy, Berger-Levrault (VI-286 p., 27 pl.).

465. Sur quelques plantes wealdiennes du Pérou *(C. R. Ac. Sc.*, t. CL, p. 1488-1490).

466. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie, VI, Flore jurassique de Mamers (Sarthe) (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LVII, *Revue bibliographique*, p. 493-494).

467. Compte-rendu de P. Bertrand, Note sur les graines trouvées dans la brèche de la fosse n° 6 des mines d'Ostricourt (*Botanisches Centralblatt,* vol. 113, p. 576).

468. Compte-rendu de R. Gambier et A. Renier, Observations sur les *Pinakodendron* E. Weiss. (*Ibid.*, p. 577).

469. Compte-rendu de O. Couffon, Les Grès à *Sabalites andegavensis* en Anjou (*Ibid.*, p. 578).

470. Compte-rendu de P. H. Fritel, Etude sur les Nymphéacées fossiles (*Ibid.*, p. 578).

471. Compte-rendu de P. H. Fritel, Revision de la Flore fossile des grès yprésiens du bassin de Paris (*Ibid.*, p. 579).

472. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur une anomalie de la feuille chez *Ficus eocenica* Wat., des grès de Belleu (*Ibid.*, p. 579).

473. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur l'attribution au genre *Posidonia* de quelques *Caulinites* de l'Eocène du Bassin de Paris *(Ibid.*, p. 579).

474. Compte-rendu de F. Joseph Héribaud, Recherches sur les Diatomées des travertins déposées par les eaux minérales de Sainte-Marguerite (Puy-de-Dôme). *(Ibid.*, p. 580).

475. Compte-rendu de A. Lauby, Nouvelle méthode technique pour l'étude paléophytologique des formations sédimentaires anciennes (*Ibid.*, p. 580).

476. Compte-rendu de L. Laurent, Deux gisements de plantes fossiles dans les formations lacustres tertiaires du Tonkin (*Ibid.*, p. 581).

477. Compte-rendu de L. Laurent et P. Marty, Le *Castanea arvernensis* Sap. du gisement de Ménat (*Ibid.*, p. 582).

478. Compte-rendu de O. Lignier, Sur une Calamodendrée liasique (*Ibid.*, p. 582).

479. Compte-rendu de F. Pelourde, Recherches comparatives sur la structure des Fougères fossiles et vivantes (*Ibid.*, p. 582).

480. Compte-rendu de E. Regnault, Une Voltziée batonienne (*Ibid.*, p. 583).

481. Compte-rendu de R. Zeiller, Les problèmes et les méthodes de la paléobotanique (*Ibid.*, p. 585).

482. Compte-rendu de R. Zeiller, Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1901-1906 (*Ibid.*, p. 585).

483. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Sur des figures bactériformes dues à des causes diverses. — Epaississements cellulaires. — Plastides libérées. — Précipités ferrugineux (*Ibid.*, p. 626).

484. Compte-rendu de L. Cayeux, Les Algues calcaires du groupe des *Girvanella* et la formation des oolithes (*Ibid.*, p. 641).

485. Compte-rendu de P. Bertrand, Les phénomènes glaciaires de l'époque permo-carbonifère : Indications climatériques fournies par la flore (*Ibid.*, p. 537).

486. Compte-rendu de A. Carpentier, Remarques sur le terrain houiller du Nord (*Ibid.*, p. 637-538).

487. Compte-rendu de P. H. Fritel, Etude sur les végétaux fossiles de l'étage sparnacien du Bassin de Paris (*Ibid.*, p. 538-539).

488. Compte-rendu de M. Langeron, Végétaux fossiles du travertin de Passignac (Charente) (*Ibid.*, p. 539).

489. Compte-rendu de A. Lauby, Essai de Bibliographie analytique des travaux paléophytologiques relatifs aux districts de l'Aubrac, du Cantal, du Cézallier et du Mont-Dore (*Ibid.*, p. 539-540).

490. Compte-rendu de A. Lauby, Recherches paléophytologiques dans le Massif Central (*Ibid.*, p. 540-541).

491. Compte-rendu de L. Laurent, Note à propos de deux gisements de plantes fossiles des formations lacustres tertiaires du Tonkin (*Ibid.*, p. 542).

492. Compte-rendu de O. Lignier, *Calamitoxylon Morierei* gen. et sp. nov. — Sur une Calamodendrée liasique (*Ibid.*, p. 542).

493. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie, VI. — Flore jurassique de Mamers (Sarthe) (*Ibid.*, p. 542).

494. Compte-rendu de J. Welsch, Sur les dépôts de tourbe littorale de l'ouest de la France (*Ibid.*, p. 588-589).

495. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur quelques plantes wealdiennes du Pérou (*Ibid.*, p. 589).

1911

Les problèmes et les méthodes de la Paléobotanique, v. 1909, n° 423.

496. Etude sur le *Lepidostrobus Brownii* (Unger) Schimper (Mémoires de l'*Académie des Sciences*, t. LXX, 69 p. 14 pl.).

497. Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLIII, p. 30-35).

498. Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ S., t. XI, p. 321-328, pl. II).

499. Présentation d'un ouvrage de M. P. Fliche, Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ S., t. XI, p. 61-62).

500. Présentation de Documents pour l'étude de la Paléontologie du terrain houiller par A. Renier, avec le concours de R. Cambier, H. Delterre et le P. G. Schmitz (*Ibid.*, p. 62).

501. Compte-rendu de P. Fliche, Flore fossile du Trias en Lorraine et en

Franche-Comté, avec des Considérations finales par R. Zeiller (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LVIII, *Revue bibliographique*, p. 381-385).

502. Compte-rendu de O. Lignier, *Calamitoxylon Morierei* gen. et sp. nov. (*Ibid.*, p. 338-389). [Inséré de nouveau par erreur en 1912, v. 1912 n° 530 bis].

503. Compte-rendu de Anonyme, Catalogue de la collection de fossiles du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais conservés au Musée houiller de Lille et représentés à l'Exposition internationale de Bruxelles (*Botanisches Centralblatt*, vol. 116, p. 88).

504. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Figures bactériformes dues à des causes diverses : épaississements cellulaires, plastides libérées, précipités ferrugineux (*Ibid.*, p. 88).

505. Compte-rendu de C. E. Bertrand et F. Cornaille, Les caractéristiques de la trace foliaire botryoptéridienne (*Ibid.*, p. 88).

506. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur quelques végétaux fossiles du bassin houiller du Nord (*Ibid.*, p. 89).

507. Compte-rendu de L. Cayeux, Les minerais de fer oolithique de France. Fasc. I : Minerais de fer primaires (*Ibid.*, p. 89).

508. Compte-rendu de P. H. Fritel, Révision de la flore fossile des grès yprésiens du bassin de Paris (suite) (*Ibid.*, p. 90).

509. Compte-rendu de L. Laurent, Contribution à la Flore fossile du Centre de la France. Un *Menispermum* nouveau (*M. europaeum*) dans les schistes de Menat (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 90).

510. Compte-rendu de P. Marty, Nouvelles observations sur la flore fossile du Cantal (*Ibid.*, p. 91).

511. Compte-rendu de F. Pelourde, Observations sur quelques végétaux fossiles de l'Autunois (*Ibid.*, p. 91).

512. Compte-rendu de J. Schuster, De l'Age géologique du Pithécanthrope et de la période pluviale à Java (*Ibid.*, p. 92).

513. Compte-rendu de P. Bertrand, Caractères généraux des stipes d'*Asterochlaena laxa* Stenzel. (*Ibid.*, vol. 117, p. 133).

514. Compte-rendu de A. Carpentier, Notes paléophytologiques (*Ibid.*, p. 134).

515. Compte-rendu de L. Cayeux, Existence de calcaires à Gyroporelles dans les Cyclades (*Ibid.*, p. 134).

516. Compte-rendu de J. Couyat et P. H. Fritel, Sur la présence d'empreintes végétales dans le grès nubien des environs d'Assouan (*Ibid.*, p. 134).

517. Compte-rendu de P. Fliche, Flore fossile du Trias en Lorraine et Franche-Comté ; avec des Considérations finales par R. Zeiller (*Ibid.*, p. 135-137).

518. Compte-rendu de P. H. Fritel, Revision de la Flore fossile des grès yprésiens du bassin de Paris (suite) (*Ibid.*, p. 137).

519. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur l'attribution au *Posidonia* de quelques *Caulinites* de l'Eocène supérieur du bassin de Paris (*Ibid.*, p. 138).

520. Compte-rendu de L. Laurent, Sur quelques empreintes végétales des tufs quaternaires de Coudes (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 138).

521. Compte-rendu de O. Lignier, Sur un cas d'altération présenté par certains bois fossiles (*Ibid.*, p. 138-139).

522. Compte-rendu de O. Lignier, Le *Bennettites Morierei* (Sap. et Mar.) Lignier ne serait-il pas d'origine infracrétacée ? (*Ibid.*, p. 139).

523. Compte-rendu de O. Lignier, *Cycaderoidea Fabre-Tonnerrei* (sp. nov.) ? (*Ibid.*, p. 140).

524. Compte-rendu de A. Renier, Découverte dans le Westphalien de la Belgique d'empreintes de *Calamostachys Ludwigi* Carruthers (*Ibid.*, p. 140).

1912

525. Sur quelques végétaux fossiles de la grande Oolithe de Marquise [*Bulletin de la Société Académique de Boulogne-sur-Mer*, p. 675-686].

526. Uber das sogenannte *Marsilidium* Schenck [*Zeitschrift Deutsch. Geolog. Gesellschaft*, LXIV, *Monatsbericht*, n° 5, p. 261-262).

527. Présentation d'un travail de Ch. Cardot, Note complémentaire sur la flore fossile du Trias inférieur de la haute vallée de l'Ognon (Haute-Saône) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ S., t. XII, p. 178).

528. Présentation de son travail, Sur quelques végétaux fossiles de la grande Oolithe de Marquise (*Ibid.*, p. 178-179).

529. Compte-rendu de O. Lignier, *Cycadeoidea Fabre-Tonnerrei* (sp. nov.) (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LIX, *Revue bibliographique*, p. 91-92).

530. Compte-rendu de O. Lignier, Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal (*Ibid.*, p. 92-94).

531. Compte-rendu de E. W. Berry, *A revision of the fossil Ferns from the Potomac Group which have been referred to the genera* Cladophlebis *and* Thyrsopteris (*Ibid.*, p. 94-95).

531 bis. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie, VI. *Ibid.*, p. 243-244, déjà inséré en 1911 : v. n° 502).

532. Compte-rendu de Ed. Bureau, Sur la flore dévonienne du bassin de la Basse-Loire (*Ibid.*, p. 244-245).

533. Compte-rendu de Prince Roland Bonaparte, Fougères récoltées par M. Alluaud dans l'Afrique orientale en 1908-1909 (*Ibid.*, p. 245-246).

534. Compte-rendu de R. de Litardière, Notes ptéridologiques (*Ibid.*, p. 246).

535. Compte-rendu de R. de Litardière, Sur quelques fougères françaises (*Ibid.*, p. 446-448).

536. Compte-rendu de R. (1) de Litardière, Note sur le *Cystopteris fragilis* subspec. *diaphana* (*Ibid.*, p. 800).

537. Compte-rendu de A. Lauby, Les diatomées fossiles (*Ibid.*, p. 800-801).

538. Compte-rendu de P. Bertrand, Description des végétaux houillers recueillis pendant le fonçage de la fosse 6 bis des Mines de Bruay (*Botanisches Centralblatt*, vol. 119, p. 137).

539. Compte-rendu de C. E. Bertrand, Le bourgeon femelle des Cordaïtées d'après les préparations de Bernard Renault (*Ibid.*, p. 37-38).

540. Compte-rendu de P. Bertrand, Structure des stipes d'*Asterochlaena laxa* Stenzel (*Ibid.*, p. 38-39).

541. Compte-rendu de E. Bureau, Sur la Flore dévonienne du bassin de la Basse-Loire (*Ibid.*, p. 40-41).

542. Compte-rendu de C. Cardot, Le Trias inférieur de la haute vallée de l'Ognon et des vallons tributaires. Etudes stratigraphique et paléontologique (*Ibid.*, p. 41).

543. Compte-rendu de L. Laurent, Sur la présence du genre *Atriplex* dans la flore tertiaire de Menat (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 41).

544. Compte-rendu de O. Lignier, Le *Bennettites Morierei* (Sap. et Mar.) Lignier se reproduisant probablement par parthénogénèse (*Ibid.*, p. 41).

545. Compte-rendu de F. Pelourde, Remarques à propos de quelques Fougères mésozoïques (*Ibid.*, p. 42).

---

(1) Le titre du compte-rendu porte O. au lieu de R. par suite d'une faute d'impression.

546. Compte-rendu de R. Zeiller, Etude sur le *Lepidostrobus Brownii* (Unger) Schimper (*Ibid.*, p. 42-43).

547. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur une flore triasique récemment découverte à Madagascar par Perrier de la Bâthie (*Ibid.*, p. 44).

548. Compte-rendu de C. Barrois, Note sur la répartition des arbres debout dans le terrain houiller de Lens et de Liévin (*Ibid.*, vol. 120, p. 455).

549. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Un échantillon de schiste bitumineux trouvé aux Thelots par A. Cambray (*Ibid.*, p. 455).

550. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand et P. Bertrand, Le *Tubicaulis Berthieri* (sp. nov.) (*Ibid.*, p. 455-456).

551. Compte rendu de P. Bertrand, Nouvelles remarques sur le *Knorripteris* (*Adelophyton*) *Jutieri* B. Renault (*Ibid.*, p. 456-457).

552. Compte rendu de P. Bertrand, Observations sur les Cladoxylées (*ibid.*, p. 457).

553. Compte-rendu de P. Bertrand, Sur quelques empreintes végétales rares ou nouvelles du terrain houiller de Liévin (*Ibid.*, p. 457).

554. Compte-rendu de F. Broussier et P. Bertrand, Description d'un *Rhodea* trouvé dans le terrain houiller d'Aniche (*Ibid.*, p. 458).

555. Compte-rendu de C. Cardot, Note complémentaire sur la flore fossile du Trias inférieur de la haute vallée de l'Ognon (Haute-Saône) (*Ibid.*, p. 458).

556. Compte-rendu de A. Carpentier, Découverte d'un *Psaronius* à structure conservée dans le Westphalien inférieur du Nord de la France (*Ibid.*, p. 458-459).

557. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur les graines trouvées avec le *Linopteris sub-Brongniarti* Grand'Eury dans le houiller du Pas-de-Calais (*Ibid.*, p. 459).

558. Compte-rendu de A. Carpentier, Sur quelques fructifications et inflorescences du Westphalien du Nord de la France (*Ibid.*, p. 459-460).

559. Compte-rendu de G. B. M. Flamand, Recherches géologiques et géographiques sur le Haut pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud) (*Ibid.*, p. 460).

560. Compte-rendu de P. H. Fritel, Observations sur la flore fossile des grès thanétiens de Vervins (Aisne) et revision des espèces qui la composent (*Ibid.*, p. 460-461).

561. Compte-rendu de P. H. Fritel et R. Viguier, Etude anatomique de deux Bois éocènes (*Ibid.*, p. 461).

562. Compte-rendu de L. Laurent, Note à propos d'un nouveau gisement pliocène de plantes fossiles du département de l'Ain (*Ibid.*, p. 461).

563. Compte rendu de L. Laurent, Sur la présence du genre *Atriplex* dans la flore fossile de Menat (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 462) (1).

564. Compte-rendu de O. Lignier, Les *Radiculites reticulatus* Lignier sont probablement des radicelles de Cordaïtales (*Ibid.*, p. 462).

565. Compte-rendu de H. Mansuy, Les récentes découvertes paléontologiques en Indo-Chine (*Ibid.*, p. 462-463).

566. Compte-rendu de R. Viguier et P. H. Fritel, Sur le *Cupressinoxylon Delcambrei* nov. sp. (*Ibid.*, p. 463).

567. Compte-rendu de R. Viguier et P. H. Fritel, Sur quelques bois fossiles du bassin de Paris (*Ibid.*, p. 463).

568. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur quelques Végétaux Fossiles de la Grande Oolithe de Marquise (*Ibid.*, p. 463-464).

---

(1) Ce travail de L. Laurent porte le même titre que celui dont il est rendu compte au n° 543, mais il est plus développé.

1913

569. Présentation d'un ouvrage de M. Laurent, Flore fossile des schistes de Menat (Puy-de-Dôme) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ S., t. XIII, p. 22).

570. Compte-rendu de M. Laurent, Flore fossile des schistes de Menat (Puy-de-Dôme) (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LX, *Revue bibliographique*, p. 290-292).

571. Compte-rendu de P. Bertrand, Nouvelles remarques sur la fronde des Zygoptéridées (*Botanisches Centralblatt*, vol. 122, p. 6).

572. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur un végétal à structure conservée du bassin houiller de Valenciennes (*Ibid.*, p. 590).

573. Compte-rendu de G. Depape, Notes sur quelques chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône (*Ibid.*, p. 591).

574. Compte-rendu de L. Laurent, Flore fossile des schistes de Menat (Puy-de-Dôme) (*Ibid.*, p. 591-593).

575. Compte-rendu de O. Lignier, Analyse du Mémoire de Schuster : *Weltrichia* und die *Bennettitales* (*Ibid.*, p. 593).

576. Compte-rendu de O. Lignier, Le *Stauropteris oldhamia* Binney et les Cœnoptéridées à la lumière de la théorie du mériphyte (*Ibid.*, p. 593).

577. Compte-rendu de O. Lignier, Stomates des écailles interséminales chez le *Bennettites Morierei* (Sap. et Mar.) (*Ibid.*, p. 594).

578. Compte-rendu de P. Marty, Florule miocène et géologie des environs de Lugarde (Cantal) (*Ibid.*, p. 594-595).

579. Compte-rendu de P. Marty, Trois espèces nouvelles pour la flore fossile du Massif Central (Puy-de-Dôme) (*Ib.*, p. 595).

580. Compte-rendu de F. Pelourde, Note préliminaire sur deux espèces nouvelles de *Dictyophyllum* du Tonkin (*Ibid.*, p. 595-596).

581. Compte-rendu de F. Pelourde, Observations sur le *Psaronius brasiliensis* (*Ibid.*, p. 596).

582. Compte-rendu de C. Pussenot, Le Stéphanien inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. Essai de coordination des divers niveaux du terrain houiller des Alpes occidentales (*Ibid.*, p. 596-597).

583. Compte-rendu de C. Pussenot, Le Westphalien moyen dans la zone axiale alpine (*Ib.*, p. 597).

584. Compte-rendu de R. Zeiller, Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort (*Ib.*, p. 597-598).

585. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Observations sur certaines particularités de la structure de quelques plantes anciennes (*Ib.*, vol. 113, p. 405).

586. Compte-rendu de P. Bertrand, Note sur un échantillon fructifié de *Pecopteris pennæformis* du terrain houiller d'Anzin (*Ib.*, p. 406).

587. Compte-rendu de F. Broussier et P. Bertrand, Nouvelles observations sur les *Rhodea* du terrain houiller d'Aniche (*Ib.*, p. 407).

588. Compte-rendu de A. Leclère, Sur la genèse des minerais de fer sédimentaires. — Les minerais de fer du Maine (*Ib.*, p. 407).

589. Compte-rendu de L. Vedel, Note sur la découverte du *Callipteridium gigas* (Gutbier) dans les couches inférieures du faisceau houiller de Molières (*Ib.*, p. 408).

1914

590. Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou par le capitaine Berthon (Extrait du livre dédié à Gaston Bonnier : Travaux de Biologie végétale. Nemours 1914. Paru également dans la *Revue générale de Botanique* t. XXV bis [1914], p. 647-671 [même pagination que dans le volume] 2 pl..

La Paléontologie, ses progrès et ses applications, v. nº 639.

591. *Préface au volume de F. Pelourde, Paléontologie végétale :*

Cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires, p. XIII-XVII. Paris, Doin. *(Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Docteur Toulouse : Bibliothèque de Paléontologie dirigée par M. Boule).*

592. Compte-rendu du Prince Bonaparte, Fougères d'Afrique de l'Herbier du Museum. Déterminations du Prince Bonaparte (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LXI, *Revue bibliographique*, p. 440-441).

593. Compte-rendu du Prince Bonaparte, Fougères du Congo Belge de l'Herbier du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles (*Ib.*, p. 441).

594. Compte-rendu de C. Christensen, *A monograph of the genus* Dryopteris *Part. I. The tropical American pinattifid-bipinattifid Species* (*Ib.*, p. 441-442).

595. Compte-rendu de C. Christensen, *Index filicum,* supplementum 1906-1912 (*Ib.*, p. 442-443).

596. Compte-rendu de R. de Litardière, Recherches morphologiques, anatomiques et biologiques sur la valeur systématique du *Polypodium vulgare* « subspecies *serratum* » (Wild) (*Ib.*, p. 443).

597. Compte-rendu de W. R. Maxon, *Studies of American Ferns.* N° 3 (*Ib.*, p. 443-444).

598. Compte-rendu de F. H. Knowlton, *The relations of paleobotany to geology* (*Ib.*, p. 445).

599. Compte-rendu de O. Lignier, Différenciation des tissus dans le bourgeon végétatif du *Cordaites lingulatus* B. Ren. (*Ib.*, p. 445-446).

600. Compte-rendu de O. Lignier, Un nouveau sporange séminiforme, *Mittagia seminiformis,* gen. et sp. nov. (*Ib.*, p. 446-447).

601. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie VII. Contributions à la Flore jurassique (*Ib.*, p. 447-448).

602. Compte-rendu de A. Carpentier, Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France (*Botanisches Centralblatt,* vol. 125, p. 422-423).

603. Compte-rendu de A. Carpentier, Empreintes végétales du calcaire de Bachant (*Ib.*, p. 424).

604. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur quelques graines de Ptéridospermées recueillies en 1911 dans le Bassin houiller de Valenciennes (*Ib.*, p. 424).

605. Compte-rendu de G. Depape, Sur la présence du *Ginkgo biloba* L. (*Salisburya adiantifolia* Sm.) dans le pliocène inférieur de Saint-Marcel-d'Ardèche (*Ib.*, p. 424).

606. Compte-rendu de P. H. Fritel, Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland (*Ib.*, p. 424-425).

607. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur une plante fossile nouvelle des calcaires marneux du Bois d'Asson (Basses-Alpes) et sur un fruit de Nymphéacée du même gisement (*Ib.*, p. 425).

608. Compte-rendu de A. Leclère, Existence d'Algues fossiles microscopiques dans les masses gneissiques, granitoïdes et porphyroïdes (*Ib.*, p. 426).

609. Compte-rendu de O. Lignier, Différenciation des tissus dans le bourgeon végétatif du *Cordaites lingulatus* B. Ren. (*Ib.*, p. 426).

610. Compte-rendu de O. Lignier, Interprésentation de la souche des *Stigmaria* (*Ib.*, p. 427).

611. Compte-rendu de O. Lignier, Un nouveau sporange séminiforme *Mittagia seminiformis* gén. et sp. nov. (*Ib.*, p. 427).

612. Compte-rendu de O. Lignier, Végétaux fossiles de Normandie VII. Contribution à la Flore jurassique (*ib.*, p. 428).

613. Compte-rendu de F. Pelourde, Paléontologie végétale, Cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires. Préface de M. R. Zeiller (*ib.*, p. 428-429).

614. Compte-rendu de F. Pelourde, Les transformations du Monde végétal (*ib.*, p. 429).

615. Compte-rendu de M. Piroutet, Sur l'existence, dans les environs de Salins, de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers (*ib.*, p. 430).

1915

616. La Paléobotanique. 24 p., 3 illustrations. Paris, Larousse. Extrait de la *Science française*, t. I, p. 265-288, Paris, Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

617. Compte-rendu de E. Bureau, Bassin de la Basse-Loire. Fasc. II : Description des flores fossiles (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LXII, *Revue bibliographique*, p. 195-198).

618. Compte-rendu de C. Eg. Bertrand, Premières observations sur le schiste paraffineux d'Alexinatz, Serbie (*Botanisches Centralblatt*, vol. 128, p. 661).

619. Compte-rendu de P. Bertrand, Les fructifications de Neuroptéridées recueillies dans le terrain houiller du Nord de la France (*Ib.*, p. 661).

620. Compte-rendu de P. Bertrand, Liste provisoire des *Sphenopteris* du Bassin houiller du Nord de la France (*ib.*, p. 662).

621. Compte-rendu de P. Bertrand, Note préliminaire sur les *Psilophyton* des grès de Matringhem (*ib.*, p. 662).

622. Compte-rendu de P. Bertrand, Relations des empreintes de *Corynepteris* avec les *Zygopteris* à structure conservée (*ib.*, p. 663).

623. Compte-rendu de P. Bertrand, Sur la présence des *Linopteris* dans les zones inférieure et moyenne du Bassin houiller du Nord de la France (*Ib.*, p. 663).

624. Compte-rendu de T. Bézier, Sur l'existence d'une florule carbonifère (westphalienne ?) à Melle (Ille-et-Vilaine) (*Ib.*, p. 663).

625. Compte-rendu de E. Bureau, Appendice à la flore fossile de la Basse-Loire (*Ib.*, p. 664).

626. Compte-rendu de E. Bureau, Bassin de la Basse-Loire. II. Description des Flores fossiles (*Ib.*, p. 664-665).

627. Compte-rendu de G. Depape et A. Carpentier, Présence des genres *Gnetopsis* B. Renault et R. Zeiller et *Urnatopteris* Kidston dans le Westphalien du Nord de la France (*Ib.*, p. 665-666).

628. Compte-rendu de J. Deprat, Sur la présence du Rhétien marin avec charbon gras, sur la bordure occidentale du Fleuve Rouge (Tonkin) (*ib.*, p. 666).

629. Compte-rendu de P. H. Fritel, Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland (*ib.*, p. 666). (1).

630. Compte-rendu de P. H. Fritel, Remarques sur quelques espèces fossiles du genre *Magnolia* (*ib.*, p. 667).

631. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur l'attribution au genre *Nuphar* de quelques espèces fossiles de la flore arctique (*ib.*, p. 667).

632. Compte-rendu de P. H. Fritel, Sur les Zostères de Calcaire grossier et sur l'assimilation au genre *Cymodoceites* Bureau des prétendues Algues du même gisement (*ib.*, p. 667-668).

633. Compte-rendu de F. Pelourde, Remarques sur la trace foliaire des Psaroniées (*ib.*, p. 668).

634. Compte-rendu de F. Pelourde, Sur quelques végétaux fossiles du Tonkin (*ib.*, p. 668-669).

635. Compte-rendu de R. Zeiller, Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou par M. le Capitaine Berthon (*ib.*, p. 671-672).

636. Compte-rendu de A. Carpentier, Note sur des empreintes de *Whittleseya* (?) *fertilis* Kidston sp. trouvées dans le Houiller du Nord de la France (*ib.*, vol. 129, p. 325).

---

(1) Même remarque que ci-dessus, p. 84, à propos de la répétition du même titre au n° 606 et au n° 629.

637. Compte-rendu de P. Marty, Le *Pagiophyllum peregrinum* Schimper dans le détroit de Rodez (Aveyron) (*ib.*, p. 326).

638. Compte-rendu de F. Pelourde, Sur la signification géologique de quelques végétaux fossiles recueillis par le Docteur Legendre dans le Sud-Ouest de la Chine (*ib.*, p. 328).

A PARAITRE

639. La Paléobotanique ; ses progrès et ses applications. (Conférence faite en l'hôtel des Sociétés Savantes, le 13 juin 1914 ; à paraître dans le *Livre d'Or* de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines, qui devait être publié à l'occasion du cinquantenaire de la fondation de l'Association des anciens Elèves de l'Ecole et dont la publication a été ajournée à la fin de la guerre).

Gaston Bonnier

LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE

FORMATION ET DISPARITION

par M. H. COLIN

(suite)

En général, de l'avis des producteurs de graines, les Betteraves-mères augmentent peu de poids jusqu'à la floraison ; à la récolte des graines, la racine est transformée en une masse ligneuse ne contenant presque plus de sucre. On peut citer en exemple les chiffres donnés par Levallois (1) : des racines plantées au mois de mai, contenant 17,3 °/₀ de sucre et 24,8 °/₀ de matière sèche ne renfermaient plus que 5, 3 de sucre et 9, 6 de matière sèche le 22 juillet pendant la floraison et seulement 1 à 3 °/₀ de sucre avec 9,5 °/₀ de matière sèche le 5 septembre, au moment de la récolte des graines.

Mais il y a des exceptions ; certains sujets plus vigoureux continuent à végéter fortement jusqu'à la récolte des graines (2) ; à certains moments, la quantité de sucre que contient la plante entière, tige et racine, est supérieure à celle que possédait initialement la racine ; à côté des cas normaux où la souche s'épuise progressivement, il y a ceux que signale Vivien qui a dosé jusqu'à 107 gr. de sucre total dans les Betteraves-mères, analysées à la date du 2 juin 1913, à l'époque de la floraison.

On pourrait croire qu'il sera facile de distinguer, à la seule inspection des tiges, dans un champ de Betteraves montées à graines, les sujets chez qui le sucre, loin de s'épuiser, s'accumule, au contraire, dans la tige et dans la racine ; on désignerait, semble-t-il, les plantes les plus vigoureuses, portant une tige robuste, des feuilles nombreuses et très développées. On se tromperait en procédant de la sorte ; ainsi que l'a fait remarquer M. Deutsch (1), la faculté pour les Betteraves de deuxième année d'emmagasiner du sucre ne dépend pas uniquement du nombre des tiges et des feuilles, pas plus que le grand nombre des feuilles et leur grande surface, dans la Betterave de première année, ne pourront servir de déterminant pour la richesse de la racine. Vivien observe, de son côté, que les sujets analysés par lui portaient peu de feuilles et que ces feuilles étaient peu développées ; l'extrémité seule de chaque tige recevait la lumière et cela n'a pas empêché la racine et la tige de s'enrichir en sucres ; le fait est si frappant que Vivien se croit autorisé à en déduire « que le sucre est amené à la plante par ses racines. »

---

(1) Levallois. *(Bull. Chim. Sucr. Distill.*, mars 1913).

(2) De Grobert. *(Bull. Chim. Sucr. Distill.*, XXX, p. 806, 1913).

En somme, on ignore les raisons pour lesquelles une Betterave-mère garde à peu près intacte la réserve de sucre durant la seconde année tandis que les voisines s'épuisent dans une large mesure ; on ne sait pas davantage pourquoi, dès la première année, certaines Betteraves montent à graines, qu'il s'agisse de la montée de juillet ou de celle de septembre, bien que le cas se présente plus souvent chez les sujets riches (1).

Aucun de ces problèmes n'a été soumis à une expérimentation systématique ; on ne doit pas d'ailleurs se dissimuler les raisons qui rendent leur étude particulièrement délicate. Il est impossible de suivre une Betterave au cours de son évolution : pour l'analyser, il faut la sacrifier ; s'en rapporter à la Betterave voisine serait s'exposer à commettre toutes sortes d'erreurs.

On peut cependant arriver à mettre au clair un certain nombre de questions, en particulier celle de savoir si la racine perd ou acquiert du sucre pendant la seconde année. Si l'on a pris le poids et la richesse des racines au moment de la mise en terre et à la récolte des graines, il est facile d'évaluer la quantité de sucre perdue ou acquise par chaque souche.

---

(1) Maurice Deutsch. *(Bull. Chim. Sucr. Distill.,* XXX, p. 817-835, 1913).

(2) Briem et Strohmer sont arrivés à obtenir, de la même Betterave-mère, des graines deux années et même trois années de suite ; peut-être pourrait-on aller au-delà ; mais la proportion décroît rapidement des sujets qui se conservent suffisamment vigoureux pour donner, l'année suivante, une nouvelle récolte de graines, de sorte qu'en définitive, après une ou plusieurs années, la mère est condamnée à se flétrir.

Il est possible également de déterminer, à un moment donné, la quantité de sucre présente dans la plante entière ce qui permet, connaissant le poids initial et la richesse de la souche-mère, d'estimer le sucre gagné ou perdu. On pourra même évaluer approximativement le poids du sucre élaboré par les parties vertes, à condition de posséder les données indispensables sur la respiration des différentes régions de la tige.

Lorsque la racine reste saine durant la seconde année de végétation, on peut affirmer que le sucre perdu par elle a été utilisé pour sa respiration propre ou pour l'alimentation de la tige ; si l'on connaît la quantité de sucre perdue par la racine et celle qui est nécessaire à sa respiration, on saura par là même ce qu'il est passé de sucre de la souche dans la tige.

Pour étudier, au point de vue physiologique, la migration du sucre, de la souche vers la tige, quand la Betterave monte à graines, il importe de se placer dans des conditions telles que le phénomène soit suffisamment caractérisé. C'est ce que l'on obtient avec des souches provenant de semis tardifs, n'ayant atteint, par conséquent, au cours de la première année de végétation, qu'une taille restreinte et une faible richesse. Lorsque les Betteraves passent l'hiver en terre sans souffrir de la gelée, on voit les feuilles se développer dès les premiers jours de printemps et la tige prendre rapidement son essor ; en même temps, la souche se vide, perd son sucre et devient ligneuse. En général, on obtient une bonne récolte de graines ; mais il arrive aussi, lorsque les pluies sont rares, que la tige se dessèche avant la maturité des graines : on trouve alors la racine complètement sclérifiée.

Voici les seules conclusions qui, jusqu'à présent, se dégagent d'une façon certaine de mes recherches ; elles se rapportent à la souche, à la tige et aux feuilles.

1° *Racine.* — Au cours de la période hivernale, les souches laissées en pleine terre et protégées contre la gelée ne perdent qu'une faible partie de leur sucre ; la proportion de réducteur ne s'accroît pas d'une façon sensible.

DATE	Sucres (en interverti) p. 100 gr. de poids frais		
	SUCRE TOTAL	SACCHAROSE	RÉDUCTEUR
15, IX, 1912	7, 62	7, 42	0, 20
1, XII, 1912	11, 74	11, 62	0, 13
21, XII, 1912	10, 82	10, 30	0, 52
22, I, 1913	8, 60	8, 20	0, 40
20, II, 1913	9, 52	9, 10	0, 42

Pendant la période de constitution de la tige, le saccharose ne subit, à aucun moment, une hydrolyse massive qui fasse augmenter, dans une large mesure, la quantité de réducteur ; le rapport du réducteur au saccharose décroît, mais du fait seulement de la diminution du saccharose. Si donc la tige reçoit de la souche une certaine quantité de sucre, c'est *à l'état de saccharose* que ce sucre émigre de la racine.

En général, à la maturité des graines, lorsque la tige se dessèche, la souche est devenue ligneuse et ne renferme presque plus de sucre ; cependant quelques sujets gardent jusqu'au bout une importante quantité de saccharose.

DATE	ÉTAT DES BETTERAVES	Sucres (en int.) p. 100 g. de poids frais	
		SACCHAROSE	RÉDUCTEUR
	I. — Dippe		
25, III, 1912	Les feuilles se développent	6, 02	0, 40
1, V, 12	tige de 0m 50	4, 09	0, 34
22, V, 13	tige en fleurs	Souche : 7, 80	0, 25
		Collet : 4, 24	0, 26
4, VI, 13	fruits déjà formés	1, 20	0, 05
	II. — Fouquier d'Hérouël		
13, V, 15	tige de 0m 90	Souche : 1, 50	traces
		Collet : 2, 18	0, 16
26, V, 15	tige en fleurs	Souche : 0, 20	traces
		Collet : 0, 54	0, 14
10, VI, 15	fruits déjà formés	Souche : 0, 10	traces
		Collet : 0, 06	traces

2° *Feuilles*. — Les feuilles de seconde année ne se distinguent pas des feuilles de première année, du moins celles qui possèdent un limbe et un pétiole normal, c'est-à-dire les feuilles insérées sur le collet et sur la base de la tige. On y trouve donc un mélange de saccharose et de réducteur avec prédominance du lévulose dans le réducteur des limbes tandis que le rapport du dextrose au fructose est supérieur à l'unité dans le pétiole. Au contraire, les petites feuilles qui garnissent la hampe et sont à peu près réduites aux limbes, surtout dans la région de l'inflorescence, renferment, d'après Lindet (1), beaucoup plus de glucose que de lévulose.

3° *Tige*. — J'ai analysé la tige à plusieurs reprises et déterminé la composition du mélange de sucres qui s'y rencontre aux différents niveaux. Les résultats essentiels sont contenus dans le tableau suivant :

ÉTAT DES BETTERAVES	ORGANES ANALYSÉS	Sucres (en interverti) p. 100 gr. de poids frais.			SACCHAROSE / RÉDUCTEUR
		SUCRE TOTAL	SACCHAROSE	RÉDUCTEUR	
I. — Dippe					
22, V, 13	Collet	4^{gr}, 50	4, 24	0, 26	16, 30
tige en fleurs	tige, base	2, 25	1, 71	0, 54	3, 16
hauteur de la tige :	tige, milieu	1, 21	0, 63	0, 58	1, 08
1^{m}, 40	tige, inflorescence	1, 40	0, 23	1, 17	0, 19
4, VI, 13	tige, base	0, 76	0, 54	0, 22	2, 45
tige en fruits	tige, milieu	0, 92	0, 39	0, 53	0, 73
hauteur de la tige : 1^{m}, 40	tige, inflorescence	1, 16	0, 15	1, 07	0, 22
II. — Fouquier d'Hérouël					
13, V, 15	Collet	2, 18	2, 18	0, 16	13, 62
hauteur de la tige :	tige, base	1, 47	0, 75	0, 72	1, 04
0^{m}, 90	tige, sommet	2, 72	0, 48	2, 24	0, 21
26, V, 15	Collet	0, 69	0, 54	0, 14	3, 85
hauteur de la tige :	tige, base	0, 51	0, 27	0, 24	1, 12
1^{m} 10	tige, sommet	1, 77	0, 48	1, 29	0, 37
20, VI, 15	Collet	0, 06	0, 06	traces	
tige ligneuse	tige, base	0, 09	0, 05	0, 04	1, 25
et desséchée	tige, sommet	0, 30	0, 14	0, 16	0, 87

---

(1) Lindet. (*Ann. agron.*, t. 26, p. 111, 1900).

Il existe donc, dans la tige, du sucre en proportion appréciable. Le fait n'est pas absolument nouveau quoique Vivien (1) ait pensé le découvrir récemment : « On trouve, dit-il, du sucre même dans la tige, véritable canne à sucre insoupçonnée jusqu'à ce jour. » Dès 1900, Lindet (2) faisait remarquer que la tige du porte-graines renferme des quantités considérables de saccharose. Le sucre total est surtout abondant vers l'époque de la floraison. A ce moment, la tige a atteint son plein développement ; les feuilles sont nombreuses : la surface assimilatrice de la partie aérienne est donc considérable. Plus tard, le sucre s'épuise graduellement et lorsque, à la maturité des fruits, la tige devient filandreuse et se dessèche, elle ne contient plus que des quantités insignifiantes de réducteur et de saccharose.

Le fait essentiel est *la diminution régulière du rapport saccharose/réducteur lorsqu'on parcourt la tige de la base au sommet.*

Le saccharose semble ainsi s'élever dans la tige en s'hydrolysant de proche en proche et tout porte à croire que la tige, à sa base, ne contient d'autres sucres que ceux qu'elle puise dans la souche par le collet.

La répartition de l'invertine dans la Betterave de seconde année vient à l'appui de cette interprétation : nul à l'intérieur de la souche, insignifiant dans le collet, le pouvoir inversif des tissus à l'égard du saccharose s'accuse à mesure qu'on s'élève dans la tige, pour atteindre son maximum au niveau de l'inflorescence. L'expérience suivante permet de contrôler ces affirmations : dans 100 cc. de solution de saccharose à 2 °/₀ on introduit 2 gr. de tissus frais, en présence de toluène comme antiseptique ; après 16 heures de bain-marie à 34°, on fait une lecture polarimétrique dont voici le résultat :

ORGANES EXPÉRIMENTÉS	DÉVIATION l = 2 ; t = 20	SACCHAROSE HYDROLYSÉ dans 100 cc.
Témoin.	+ 2° 34'	0 gr.
Feuilles	+ 1° 52'	0 gr. 41
Inflorescence.	+ 1° 38'	0 gr. 54
Tige (sommet)	+ 1° 50'	0 gr. 42
Tige (base).	+ 2° 22'	0 gr. 11
Collet	+ 2° 36'	0 gr.
Pulpe	+ 2° 34'	0 gr.

---

(1) Vivien. *(Bull. Chim. Sucr. Distill.,* XXX, p. 890, 1913).

(2) Lindet. *(Loc. cit.,* p. 106).

Le saccharose, émigrant du collet vers la tige, se trouve donc, à la base de la tige, au contact de tissus possédant un pouvoir hydrolysant faible et ne s'intervertit qu'en partie ; on comprend ainsi que le rapport du saccharose au réducteur ne subisse pas de variation trop brusque du collet à la tige : il baisse de 16, 3 à 3, 1, par exemple ; plus on s'élève vers l'inflorescence, plus il tend vers la valeur qu'il prend habituellement dans les feuilles.

Quant au réducteur présent dans la tige, on se rend compte facilement qu'il est d'autant plus riche en glucose qu'on se rapproche davantage de la racine.

ORGANES	POUVOIR ROTATOIRE DU RÉDUCTEUR	ÉLÉMENTS DU CALCUL					GLUCOSE
		α_1	π	π'	l	t	LÉVULOSE
feuilles	— 33	— 6′	0, 07	0, 29	2	20°	0, 66
tige (sommet)	+ 21	+ 56′	0, 28	1, 30	2	25	3, 34
tige (base)	+ 26	+ 1°12′	0, 26	0, 25	5	19	4, 26

III. TECHNIQUE

Dans un sujet qui touche de si près à l'industrie sucrière, les méthodes d'extraction et d'analyse sont extrêmement nombreuses ; je n'ai pas la prétention d'en faire ici la critique : on les trouvera exposées dans la plupart des ouvrages de sucrerie, en particulier dans le travail récent de H. Pellet (1) sur le *dosage du sucre par inversion* et dans le volume de E. Saillard (2) : *Betterave et sucrerie de Betteraves*.

1°) EXTRACTION DES SUCRES

J'ai suivi la méthode classique d'extraction à l'alcool préconisée par Bourquelot. Aussitôt récoltés, les organes, divisés en menus fragments, sont introduits dans l'alcool fort bouillant, en présence de carbonate de chaux précipité ; on prolonge l'ébullition pendant un quart d'heure, de façon à mortifier complètement les tissus ; on décante à chaud et après avoir broyé le matériel au mortier, on continue l'extraction une seconde fois puis une troisième. En employant un litre d'alcool pour 100 g. de feuilles ou 50 g. de pulpe, on solubilise aisément les 3 ou 4 grammes de sucres que renferment les tissus. Les tables de solubilité du saccharose dans l'alcool indiquent 2^g, 3 de saccharose pour 100 cc. d'alcool à 90, à la température de 40 degrés seulement ; le glucose se dissout dans l'alcool à l'ébullition à raison de 27^g, 7 pour 100 parties d'alcool à 90 ; quant au lévulose, peu soluble dans l'alcool à froid, on sait qu'il se dissout bien dans l'alcool, même absolu, à l'ébullition. Il importe de faire usage d'un excès d'alcool fort, principalement lors du premier épuisement pour que l'eau des organes n'abaisse pas sensiblement le titre de l'alcool.

---

(1) H. Pellet. *(Sucrerie Indigène et Coloniale*, 1913).

(2) E. Saillard. *(Encyclopédie agricole*, Paris, Baillère, 1913).

Les liqueurs alcooliques sont réunies et concentrées sous pression réduite ; on arrive facilement à ne pas dépasser 35 degrés, même à la fin de l'opération lorsque l'alcool est presque complètement éliminé.

Le résidu de l'évaporation est déféqué à l'acétate neutre de plomb : on a souvent, dans ces derniers temps, incriminé l'emploi de l'acétate basique qui entraînerait de petites quantités de réducteur, surtout de lévulose. D'ailleurs la défécation est facile, l'alcool dissolvant relativement peu de matières protéiques.

L'excès de plomb est éliminé par le carbonate de soude ; lorsqu'il s'agit d'extraits d'organes verts, il faut préférer le carbonate de soude à l'acide sulfurique ; en présence de ce dernier, les liqueurs brunissent rapidement et doivent être, la plupart du temps, passées au noir. Avec le carbonate de soude on obtient plus facilement des liqueurs jaune clair qui se prêtent directement à l'observation polarimétrique.

Après neutralisation du carbonate de soude par l'acide acétique jusqu'à très légère acidité, la liqueur est prête pour les dosages.

(A suivre)

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, *seront résumés dans les* NOTES BIBLIOGRAPHIQUES *ou signalés dans les* RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'école de médecine d'Alger.

BEAUVERIE, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

BERTHAULT, docteur ès sciences.

BLARINGHEM, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

BOERGESEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BOUDIER, correspondant de l'Institut.

BOUTROUX, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BROCQ-ROUSSEU, docteur ès sciences.

BUCHET, préparateur à la Sorbonne.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

COLIN (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

COMBES (Raoul), docteur ès sciences.

COSTANTIN, membre de l'Académie des Sciences.

COUPIN, chef de travaux à la Sorbonne.

DANIEL, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

DASSONVILLE, docteur ès sciences.

DEVAUX, professeur à l'Université de Bordeaux.

DOP (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

DUBARD, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

DUCAMP, docteur ès sciences.

DUCELLIER, professeur à l'École d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Avril 1917

N° 340

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1917

I. — AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION DANS LES GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM*, par M. **Pierre Lesage** 97

II. — LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE. — FORMATION ET DISPARITION *(fin)*, par M. **H. Colin**. . . 113

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 128

SHUTAI OKAMURA. — Contributiones novæ ad Floram Bryophyton Japonicam.

N. A. NAOUMOV. — Tableau pour servir à la détermination des Mucoracées.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

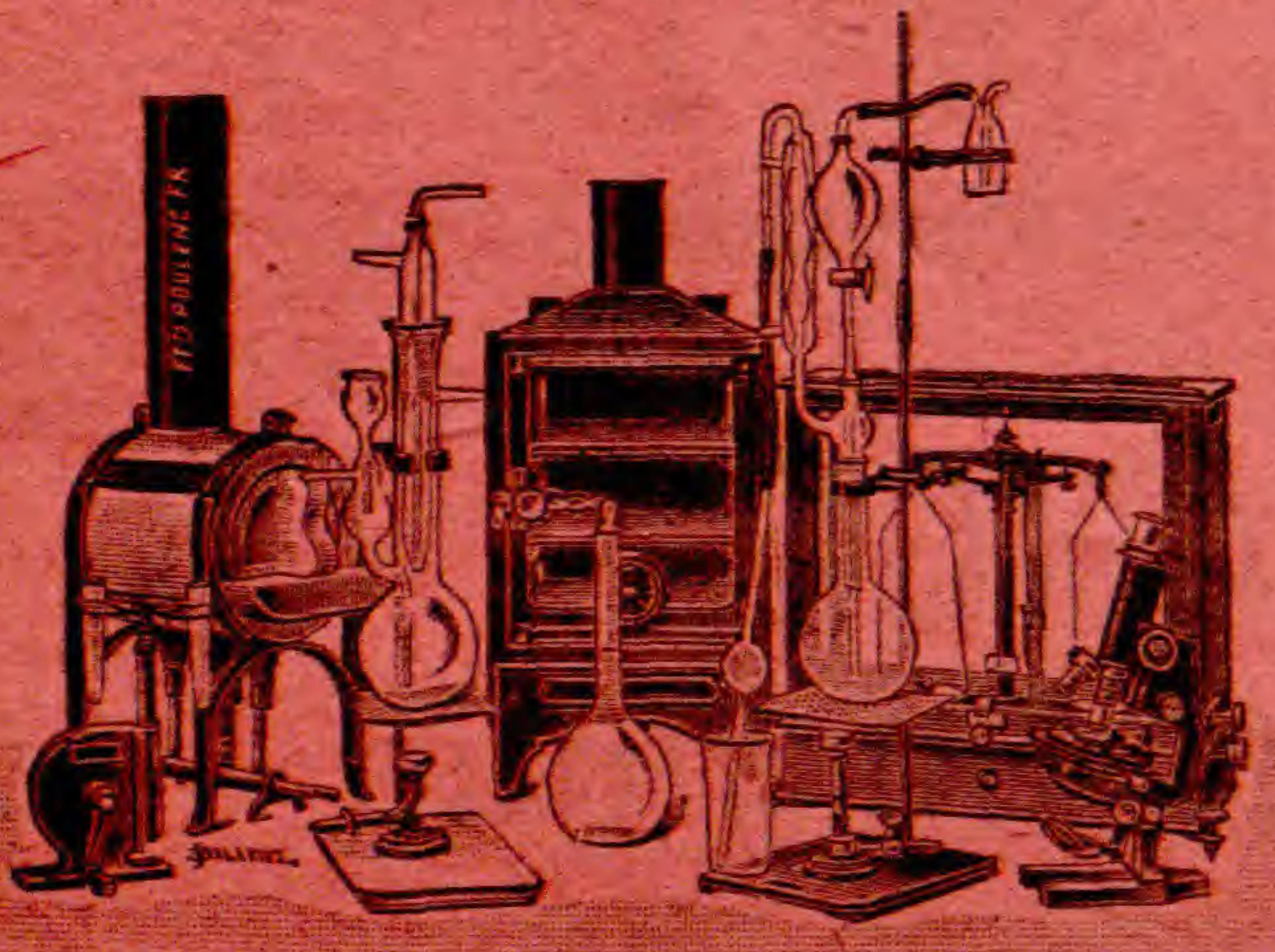
REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.**

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR

ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires

PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

E. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires.
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION

DANS LES

GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM*

par M. Pierre LESAGE

Dans bien des circonstances je me suis servi du *Lepidium sativum* comme plante d'expériences ; j'ai été amené ainsi à l'étudier à plusieurs points de vue, pour faire, en connaissance de cause, des comparaisons utiles à ces points de vue. J'ai surtout essayé, depuis quelque temps, la germination de ses graines en tenant compte de diverses conditions possibles de cette germination. Les nombreux essais tentés ont révélé des singularités qui m'ont entraîné progressivement, prenant du temps, multipliant les expériences, par une succession de questions qui se posaient et auxquelles j'ai eu la curiosité de chercher des réponses, sans arriver toujours à me satisfaire. Le sujet est loin d'être épuisé ; mais les observations déjà consignées me semblent assez intéressantes pour que je cherche à les faire connaître.

En général, dans mes essais qui comportaient des conditions de germination diverses et plus ou moins variables, favorables ou défavorables, je m'efforçais de considérer isolément l'une de ces conditions, les autres restant sensiblement constantes ou au moins comparables ; et, alors, je faisais longuement varier cette condition pour être sûr que, dans les variations, il s'en trouverait qui permettraient la germination et d'autres qui ne la permettraient pas. Je cherchais des limites à la germination dans une longue série de variations de la condition considérée. Comme, d'autre part, pour des causes indépendantes de ma volonté, arrêté par mes moyens, je ne pouvais pas réaliser absolument constantes toutes les conditions de germination moins une, je ne puis pas me flatter d'avoir trouvé les limites exactes ; mais il m'est permis de penser que j'en ai atteint le voisinage.

Voyons donc les expériences, les observations et les limites qu'elles font entrevoir.

Essai des graines dans les solutions de potasse.

A la fin de 1910 et au commencement de 1911, préparant des cultures d'assez longue haleine, je cherchais, dans mes réserves de graines, celles qui pourraient le mieux réussir dans ces cultures ; pour arrêter mon choix, j'ai essayé ces graines de diverses manières, éliminant progressivement celles qui ne germaient pas ou germaient mal. Au cours de ces essais, l'idée m'est venue de chercher à voir dans quelle mesure l'action de divers agents favoriserait ou non la germination des graines éliminées, vieilles ou mal conformées. Parmi les agents envisagés et essayés se trouvaient des solutions plus ou moins diluées de potasse ; je m'arrêterai à l'étude de l'action de ces solutions parce qu'elles m'ont donné un résultat intéressant.

Bien que, d'après les auteurs et les praticiens, la faculté germinative des graines de *Lepidium sativum* ne se conserve que 5 ans (1), j'ai essayé, en 1911 et 1912, de très vieilles graines de 1888, 1889 et de 1893 en même temps que des graines de 1909 ; j'ai cherché de diverses manières à exciter les vieilles graines. Elles n'ont pas germé ; mais, dans les solutions de potasse, elles ont coloré rapidement ces solutions en jaune d'œuf. D'autre part, les graines récentes, celles de 1909, qui germaient très bien à ce moment dans des conditions ordinaires, traitées de la même manière présentèrent, dans les mêmes solutions de potasse, une attitude différente suivant la concentration. Dans certaines solutions, les graines de 1909 pouvaient encore germer, dans d'autres, elles ne germaient pas ; en outre ces mêmes graines coloraient en jaune certaines solutions, les fortes, ne coloraient pas les faibles et il semblait s'établir entre ces deux phénomènes, germination, coloration, le rapport suivant : germination, pas de coloration ; non-germination, coloration.

Il m'a paru intéressant de chercher à vérifier ce rapport pour en tirer des conclusions pratiques, s'il était possible. C'est ce que j'ai fait de diverses manières et, plus particulièrement, en employant une série de nombreuses solutions de potasse préparées en partant de la solution normale contenant 56 gr. de KOH par litre et que je désigne par N. En diluant cette solution suivant une progression géométrique de raison 1/2, j'ai obtenu la série N ; 2^{-1} N ; 2^{-2} ;... 2^{-9} N, comprenant 10 termes entre lesquels j'en ai introduit d'autres en moyenne arithmétique, ce qui m'a permis d'établir 20 termes = N ; 3/4 N ; 2^{-1} N ; 3/4 2^{-1} N ; 2^{-2} N... 2^{-9} N ; 3/4 2^{-9} N.

---

(1) Vilmorin-Andrieux. Les plantes potagères, 1904, p. 225. Nous verrons que cette faculté germinative peut atteindre 8 ans.

En y joignant un terme d'eau de source, j'avais une série de 21 termes.

Dans cet essai, commencé le 5 février 1911, j'ai surtout comparé 3 lots de graines : graines de bonne apparence de 1893, graines de 1909 de bonne apparence et graines de 1909 de mauvaise apparence. Ces graines furent placées sur 3^{cc} des liqueurs, dans un petit cristallisoir recouvert d'un verre de montre, à raison de 20 graines par cristallisoir. Cela faisait donc 63 termes en expérience.

Voici le résumé des observations.

Les graines de 1893 ne germèrent nulle part et il se produisit dans les liqueurs potassiques, mais pas dans l'eau de source, une coloration jaune d'œuf due à la diffusion d'une matière spéciale qui provient de l'amande.

Les graines de 1909 de bonne apparence germèrent dans l'eau de source, dans certaines liqueurs potassiques faibles et ne germèrent pas dans les solutions fortes ; désignons par $\frac{1}{n}$ N la limite supérieure de concentration à laquelle s'arrête cette germination. D'autre part, ces graines colorèrent les solutions fortes, sans colorer les faibles ni l'eau de source ; appelons $\frac{1}{m}$ N la limite inférieure de concentration à laquelle s'arrête la coloration.

J'ai remarqué que la germination se fait encore dans 2^{-4} N et ne se fait plus dans 3/4 2^{-3} N ; la limite $\frac{1}{n}$ N est donc comprise entre ces deux termes. Quant à la limite $\frac{1}{m}$ N, elle serait comprise entre 2^{-5} N et 3/4 2^{-4} N. Nous pouvons comparer ces limites avec des expressions fractionnaires réduites au même dénominateur, en prenant chaque limite à égale distance des 2 termes entre lesquels elle se trouve et, alors, nous voyons que $\frac{1}{m}$ N correspond à $\frac{2,5}{64}$ N ; et $\frac{1}{n}$ N, à $\frac{5}{64}$ N. Ces limites sont assez voisines dans une série qui va de N à $\frac{3}{2048}$ N, mais ne sont pas égales comme cela se voit suffisamment. On ne peut pas dire rigoureusement que les graines qui germent ne diffusent pas de matière chromogène ; mais on n'est pas éloigné de pouvoir le dire.

En ce qui concerne les graines de 1909 et de mauvaise apparence, elles ont présenté deux différences avec les précédentes. D'abord toutes les graines d'un même cristallisoir n'ont pas germé et le nombre des graines ne germant pas a augmenté avec la concentration ; la limite au-dessus de laquelle il n'y a plus eu de germination est voisine de $\frac{1}{n}$ N ou sensiblement égale à $\frac{1}{n}$ N. Quant à la limite de coloration que nous désignerons par $\frac{1}{p}$ N, elle se trouverait vers 2^{-6} N ou $\frac{1}{64}$ N, plus basse que $\frac{1}{m}$ N, ce qui ne doit pas nous surprendre si nous considérons que, parmi ces graines de mauvaise apparence, plus ou moins maltraitées, il suffisait qu'il s'en trouvât une un peu déchirée pour provoquer la coloration. En effet des graines de 1909 et de bonne apparence, concassées, écrasées, mises ensuite dans les solutions même faibles de potasse, les colorent instantanément.

Quoi qu'il en soit, en nous limitant aux résultats de cette expérience avec la longue série de liqueurs potassiques, nous voyons que, au-dessous de $\frac{1}{p}$ N, nous disposons encore de 6 ou 7 termes qui ne sont pas colorés par les graines de 1909, même de mauvaise apparence, et qui me semblent utilisables à un point de vue qui donne un assez grand intérêt aux observations que je viens de présenter. En effet, le rapport entre les phénomènes de germination et de coloration dont il a été parlé, pouvait se poser assez rigoureusement pour ces 7 ou 6 termes, sûrement pour les solutions faibles : germination, pas de coloration ; coloration, pas de germination. De là à l'idée d'appliquer ces résultats à la reconnaissance des graines pour savoir si elles ont conservé ou non leur faculté germinative, il n'y avait qu'un pas à faire.

Représentons par t_1 le temps qu'il faut pour qu'une liqueur potassique faible se colore par les vieilles graines ne germant pas, et. dans les mêmes conditions, par t_2 le temps qu'il faut pour que les jeunes graines, bonnes encore, germent ; si t_1 est plus petit que t_2, on pourra se rendre compte, par ce moyen, que des graines ont gardé leur faculté germinative sans avoir besoin d'attendre leur germination. Il peut y avoir ainsi un gain de temps et j'ai constaté, dans plusieurs essais, que ce gain est assez appréciable pour les graines de *Lepidium sativum.* La coloration, au voisinage de la limite par les graines de 1893, inaptes à germer, apparaît après moins de 4 heures, alors que la germination des graines de 1909, dans les mêmes conditions, ne s'annonce nettement qu'après 20 heures ou plus.

Il y a dans ces faits le principe d'une méthode qui me paraît intéressante parce qu'elle est applicable avec avantage au cas du *Lepidium sativum* et parce qu'elle peut devenir applicable dans d'autres cas, soit en employant d'autres solutions que celles de la potasse, soit pour reconnaître les qualités des graines d'autres espèces.

Je me suis limité à ces résultats presque complètement jusqu'à présent (1). Cependant j'ai cherché l'origine de la coloration, voici quelques faits à ce point de vue qui n'est pas épuisé.

En observant attentivement et d'une manière continue les graines ne germant pas, mises dans les solutions de potasse, j'ai vu apparaître la coloration et constaté qu'elle a pour point de départ une hernie se produisant sur le côté des graines, hernie d'où sort la matière chromogène qui diffuse tout autour en étalant la coloration jaune.

---

(1) Pierre Lesage. Germination des graines de Cresson alénois dans les solutions de potasse et coloration de ces solutions (*Bull. Soc. sc. et méd. de l'Ouest,* 1911).

Sur l'emploi des solutions de potasse à la reconnaissance de la faculté germinative des graines (*C. R. de l'Ac. des Sc.,* 6 mars 1911).

Si on met séparément les téguments et l'amande de la graine dans les solutions de potasse, la coloration jaune est provoquée par l'amande seulement, ce qui indiquerait que la matière chromogène vient de l'amande, de l'embryon.

Si on met des graines jeunes, capables de germer, dans des solutions faibles de potasse, elles ne provoquent pas de coloration si elles sont intactes ; mais si on les a froissées, concassées, la coloration jaune apparaît très rapidement.

En mettant des graines de 1909, jeunes à l'époque de ces expériences, dans des solutions faibles de potasse où elles peuvent germer, la racine et l'hypocotyle s'allongent dans la liqueur potassique sans la colorer ; si on écrase les plantules, la coloration jaune apparaît. De tout ceci il ressort que la matière chromogène qui provoque la coloration en jaune d'œuf, n'est pas dans les téguments, pas à la surface de l'embryon, mais se trouve à l'intérieur des tissus de cet embryon et ne diffuse pas au travers de ses tissus extérieurs.

Enfin si on met des graines très vieilles entières ou des graines jeunes, mais concassées, dans de l'eau de source, la coloration jaune d'œuf n'apparaît pas ; mais si on filtre, le liquide obtenu se colore instantanément quand on y ajoute un peu de solution de potasse même faible.

La production de la hernie par les graines âgées, ne germant pas, aussi bien dans les solutions de potasse que dans l'eau de source, a fait naître l'idée que, peut-être, cette hernie des tissus serait due à ceci : la graine absorbe de l'eau, une pression s'établit dans les tissus, pression qui atteint une valeur assez considérable pour provoquer leur déchirure de la même manière qu'un tube pollinique ou un poil radical, mis dans l'eau pure, ont leur membrane déchirée sous l'effort de la pression très forte provoquée par l'absorption rapide de cette eau pure.

Des expériences dans ce sens pour vérifier cette hypothèse, n'ont pas encore donné des résultats assez satisfaisants pour en parler.

Essai des graines dans les solutions alcooliques.

Au cours des expériences précédentes, en mettant des graines concassées dans de l'eau de source, j'avais été amené à faire la même opération dans de l'alcool à 94° et à constater que cet alcool dissout la matière chromogène colorable par la potasse. Ceci m'a conduit à mettre, pendant 20 heures, des graines dans l'alcool à 94°, graines anciennes et jeunes graines avant de les mettre dans les solutions de potasse faibles. Dans ces conditions, les graines anciennes ont coloré la liqueur potassique et n'ont pas germé, tandis que les jeunes graines n'ont pas coloré la liqueur et ont germé. Une remarque intéressante s'imposait : les graines jeunes peuvent donc encore germer après un séjour de 20 heures dans l'acool à 94°, cet alcool ne les tue pas pendant ce temps. A priori j'aurais été tenté de penser le contraire. Une question se posait alors : les graines possédant leur faculté germinative, séjournant pendant 20 heures dans l'alcool à 94° et conservant leur faculté germinative, peuvent-elles la garder longtemps, ou après combien de temps de séjour dans l'alcool la perdent-elles ?

J'ai fait de nombreux essais pour répondre à cette question, je me contenterai de présenter l'un deux qui a porté sur des graines de 1, 2, 3, 4 ans, que je possédais à ce moment.

Ce que je cherchais c'était la limite de durée du séjour dans l'alcool à 94°, limite au-dessous de laquelle les graines sorties de l'alcool et mises à germer, germaient encore ; et limite au-dessus de laquelle il n'y avait plus de germination, les graines étaient tuées.

Pour cela j'ai mis un peu plus de 100 graines de chaque âge dans un flacon contenant de l'acool à 94° et j'ai fait des prélèvements successifs pour semer les graines sur mince couche d'eau de source dans un petit cristallisoir recouvert d'un verre de montre.

Voici un tableau qui donne les nombres de germinations en indiquant la durée du séjour dans l'alcool à 94° et la durée du semis au moment où le relevé a été fait. Dans presque tous les prélèvements j'ai pris 10 graines, excepté dans les derniers où j'ai réduit ce nombre pour augmenter la durée de l'expérience ; les graines d'un an ont été épuisées avant les autres.

N° DU SEMIS	DURÉE DU SÉJOUR DANS L'ALCOOL A 94°	DURÉE DU SEMIS	NOMBRE DE GERMINATIONS DES GRAINES DE :			
			1 AN	2 ANS	3 ANS	4 ANS
I	66 heures	8 jours	10/10	10/10	10/10	10/10
II	6 jours	6 —	10/10	10/10	10/10	10/10
III	8 —	4 —	10/10	10/10	10/10	10/10
IV	12 —	5 —	10/10	9/10	10/10	7/10
V	17 —	5 —	10/10	10/10	8/10	10/10
VI	22 —	7 —	10/10	10/10	8/10	6/10
VII	27 —	7 —	10/10	10/10	9/10	8/10
VIII	31 —	8 —	10/10	10/10	10/10	6/10
IX	36 —	8 —	5/10	10/10	9/10	6/10
X	44 —	14 —	1/6	5/6	5/6	6/6
XI	50 —	8 —	1/6	4/6	5/6	4/6
XII	59 —	16 —	» »	9/10	6/6	5/5
XIII	91 —	11 —	» »	2/9	6/6	0/5

Il y a dans ce nombre des germinations des variations qui sont dues à l'âge ; je n'en tiendrai pas compte pour le moment. D'autres variations se sont présentées dans la vitesse de germination et dans la croissance des plantules comme l'indiquent les mesures données par le tableau suivant dans lequel j'ai relevé la moyenne des longueurs de ces plantules au-dessous des cotylédons, R + H, c'est-à-dire l'hypocotyle plus la racine dans les semis de quatre des derniers prélèvements.

N° DU SEMIS	DURÉE DU SEMIS	MOYENNES DE R + H POUR LES GRAINES DE :				
		TÉMOIN	1 AN	2 ANS	3 ANS	4 ANS
IX	8 jours	73 $^{m}/^{m}$	27$^{m}/^{m}$ 8	31$^{m}/^{m}$ 3	61$^{m}/^{m}$ 6	21$^{m}/^{m}$ 9
X	14 —	101 —	« «	73 —	129 —	72, 5
XI	8 —	81 —	45$^{m}/^{m}$	31 —	47 —	18, 5
XII	16 —	77 —	« «	72 —	101 —	31 —

Je ne donne ces nombres qu'à titre d'indication générale qui m'a suffi à l'époque de ces essais et je m'en contente parce que, maintenant que je suis plus au courant de ces expériences, je dois dire que ma méthode aurait pu être meilleure au moins par deux côtés que je crois bon d'indiquer.

J'aurais dû ne faire qu'un prélèvement par flacon parce que chaque opération peût causer des dégâts dans les graines qui restent, et aussi parce que les manipulations répétées ont pour résultat, à la longue, de diluer la solution alcoolique qui était à 94° au début, mais qui, évaporant de l'alcool pendant chaque ouverture plus ou moins longue du flacon, devenait moins concentrée, ce qui n'est pas sans inconvénient pour les germinations ultérieures comme d'autres essais me l'ont montré depuis. En second lieu, mes semis auraient mieux réussi entre buvards humides comme je m'en suis aperçu plus tard.

C'est probablement à des inconvénients de ce genre que sont dues quelques-unes des variations qui sont révélées par les deux tableaux ci-dessus. Voilà pourquoi il ne faut pas considérer trop rigoureusement ces variations pour en tirer des conclusions. D'ailleurs la notion générale que je vise n'en reste pas moins suffisamment mise en relief, à savoir : que les graines de *Lepidium sativum* peuvent encore germer après un séjour de plus de 8 semaines dans l'alcool marquant 94° au commencement de l'expérience.

Je n'ai pas abandonné le désir de chercher la limite de séjour dans l'alcool à 94° ; mais l'idée de la dilution ci-dessus possible dans les liqueurs employées m'a amené à rechercher l'influence de solutions alcooliques différemment concentrées et, dès le début, j'ai été entraîné dans cette voie en constatant que des graines mises dans l'alcool à 47°, pendant 24 heures, ne germaient plus. D'autres essais ont vérifié ce point ; alors je me suis proposé de faire de nouveaux essais sur une série de solutions alcooliques en y comprenant l'alcool absolu.

Une série d'expériences a donné des résultats curieux que j'ai déjà signalés (1) et que je rappelle.

Des graines jeunes, aptes à germer, avaient été mises dans des solutions alcooliques de plus en plus diluées ; après un certain temps elles furent retirées et semées sur mince couche d'eau comme je l'ai déjà indiqué. Dans ces semis, les germinations se firent d'une façon assez inattendue. En effet si nous envisageons la série des graines passées par la série des solutions alcooliques, en allant de l'alcool absolu aux solutions les plus diluées, on y trouva trois groupes :

---

(1) Pierre Lesage. Sur les limites de la germination des graines soumises à l'action de solutions diverses (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, 25 mars 1912).

1° graines sorties des solutions les plus concentrées et germant encore ;

2° graines sorties des solutions moyennement concentrées et ne germant plus ;

3° graines ayant séjourné dans les solutions les plus diluées et germant encore.

Le séjour des graines dans les solutions alcooliques pendant le temps considéré établissait donc deux limites entre lesquelles les graines ne germaient plus et en dehors desquelles les graines germaient encore. Ces résultats étaient assez curieux pour chercher à les vérifier et à les compléter.

En reprenant l'expérience avec des solutions de mêmes concentrations que précédemment et variant la durée du séjour des graines dans ces solutions par des prélèvements successifs, après des temps assez courts, j'ai pu constater que les germinations se font, pour toutes les graines, après une heure de séjour dans les solutions ; puis, au fur et à mesure que la durée du séjour dans les solutions augmente, les germinations se partagent de plus en plus en trois groupes comme ci-dessus avec deux limites entre lesquelles le nombre des solutions augmente avec la durée du séjour dans les solutions alcooliques. Cette allure indique que si on veut représenter les phénomènes en prenant pour ordonnées, les temps de séjour et, pour abscisses, la concentration ou dilution des solutions, les limites de germination sont sur une courbe concave vers le haut. Je vais schématiser cette allure par un exemple dans lequel j'utiliserai les dilutions et non les concentrations ; mais, avant, je crois bon de définir ces dilutions. Pour cela interprétons l'opération par laquelle on obtient une solution à n pour 100, à l'aide d'une solution plus forte, à m pour 100, en désignant par D le nombre de parties d'eau qu'il faut ajouter à une partie de cette solution forte.

Avant l'opération, une partie de la solution initiale contient $\frac{m}{100}$ du corps dissous dans l'eau ; après l'opération, une partie de la nouvelle solution n'en renferme plus que $\frac{m}{100(1 + D)}$. Mais, par définition cette nouvelle solution doit aussi en contenir $\frac{n}{100}$ donc

$$\frac{n}{100} = \frac{m}{100\,(1 + D)}\text{. d'où on peut tirer D.}$$

$$D = \frac{m - n}{n} = \frac{m}{n} - 1.$$

D représente ce que j'appelle la dilution de la solution à *n* pour 100 par rapport à la solution à *m* pour 100 et je la définis : le nombre de parties d'eau (en poids ou en volume) qu'il faut ajouter à une partie de la solution forte pour obtenir la solution faible. Si on considère une série de solutions dont la concentration va en diminuant de plus en plus, on pourra les représenter par leurs dilutions à condition de rapporter toutes celles-ci à une seule et même concentration, *m* pour 100 qui donnera l'origine ou le zéro de ces dilutions ; nous aurons des dilutions relatives, dans ce cas. Les dilutions absolues se rapportent au corps pur, ce qui correspond au cas de $m = 100$, et elles peuvent également bien être employées pour représenter toutes les solutions.

Dans le cas de mes solutions alcooliques et pour leur représentation, j'ai pris l'alcool absolu pour l'origine des dilutions et celles-ci ont été calculées par $\frac{100}{n} - 1$; mais pour faire l'une quelconque de ces solutions, *n* pour 100 par exemple, je prenais p parties d'une solution forte (*m* pour 100) et j'y ajoutais $p\,(\frac{m}{n} - 1)$ parties d'eau. Il ne me paraissait pas nécessaire d'abuser de l'alcool absolu.

Théoriquement les quantités pouvaient se mesurer en poids ou en volumes ; pratiquement je les mesurais en volumes. C'est l'un des défauts de la méthode puisqu'il y a des contractions avec l'alcool ; mais j'ai pensé que ce défaut ne présenterait pas une importance considérable parce que je me proposais d'acquérir surtout des notions d'ensemble sans rechercher une rigoureuse exactitude.

Ces explications données, voyons l'exemple d'une expérience dans laquelle des graines avaient été mises dans 7 solutions alcooliques que je désigne par leurs dilutions absolues ; je tirais 10 graines dans des prélèvements successifs, après des temps qui ont varié de 1 heure à 50 heures, et je semais ces graines comme il a été dit pour voir si elles germaient encore. J'ai relevé le nombre de graines, sur 10, germant dans chaque cas ; le tableau suivant donne ces nombres après huit jours de semis.

DURÉE DU SÉJOUR DANS LES SOLUTIONS	DILUTIONS ; GRAINES GERMÉES QUI EN PROVIENNENT						
	0,5	1	2	3	5.5	7.5	12.5
50 heures.	0	0	0	0	0	0	7
30 —	0	0	0	0	0	0	7
25 —	0	0	0	0	0	0	8
20 —	0	0	0	0	0	**0**	9
10 —	0	0	0	0	0	4	7
9 —	0	0	0	0	0	3	7
8 —	0	0	0	0	0	2	6
7 —	**0**	0	0	0	0	6	6
6 —	2	0	0	0	0	4	6
5 —	6	0	0	0	**0**	5	8
4 —	8	**0**	0	**0**	4	9	8
3 —	10	3	**0**	2	8	6	8
2 —	10	10	4	9	8	6	9
1 —	10	10	10	10	10	8	10

J'ai présenté ce tableau sous une forme qui permet de voir l'allure que prendrait une courbe des limites de la germination, construite en prenant les dissolutions pour abscisses et les temps de séjour dans les solutions pour ordonnées. J'ai marqué d'un zéro gras la limite de germination pour chaque dilution et nous pouvons nous rendre compte que la courbe qui passerait par ces limites est concave vers le haut ; nous pouvons comprendre encore comment, pour un temps donné de séjour dans les solutions, il est possible d'avoir deux limites des germinations et partage en trois lots des graines de toute la série des solutions comme je l'avais observé au début de ces expériences.

La notion de cette courbe étant acquise, j'ai cherché à l'explorer dans ses diverses parties par des essais fractionnés qui m'ont donné des résultats intéressants, confirmant mes premières vues, mais que je ne puis utiliser à la construction d'une courbe entière exacte, parce que ces essais prenaient un temps assez considérable pendant lequel les conditions extérieures changeaient, la température par exemple, ce qui occasionnait des déplacements des limites comme je m'en suis assuré plusieurs fois.

Dans ces conditions, je me contenterai de donner quelques indications complémentaires sur l'allure générale qu'aurait la courbe des limites de germination et sur trois points intéressants de cette courbe, ses points critiques.

Pour la dilution 0, correspondant à l'alcool absolu, la limite de temps dépasse 4 ans et 7 mois, d'après ce qne je puis affirmer jusqu'à ce jour. Cette limite de temps baisse rapidement quand la dilution augmente ; elle varie de 3 à 2 mois pour l'alcool à 94° dont la dilution est 0, 063, de 90 à 50 heures pour l'alcool à 85° dont la dilution est 0, 176 ; elle oscille autour de 20 heures pour l'alcool à 75°, dilution 0, 333, et de 6 à 7 heures pour l'alcool à 65°, dilution 0, 538.

Pour la dilution 2, correspondant à une solution alcoolique voisine de 33°, la limite de temps se trouve près de 2 heures.

Enfin pour des dilutions plus grandes, la limite de temps se relève et augmente quand la dilution continue de croître. C'est ainsi qu'elle dépasse 4 jours pour la dilution 11, 5, correspondant à une solution à 8°, et 16 jours pour la dilution 19.

Quant aux points critiques, je les désignerai par A, B, C et les définirai de la manière suivante.

Le point A est le point où la courbe va couper l'axe des y et correspond à la limite de germination quant au temps pour la dilution 0 ou l'alcool absolu.

Le point B correspond à la limite inférieure de temps, au-dessous de laquelle la germination se fait encore après séjour dans toutes les solutions, et au-dessus de laquelle la limite de temps est atteinte pour au moins une solution.

Le point C marque l'intersection ou plutôt la tangence de la courbe avec une perpendiculaire à l'axe des x correspondant à une dilution limite au-dessus de laquelle la germination se fait dans les solutions alcooliques elles-mêmes, et au-dessous de laquelle cette germination ne se fait plus.

Ces trois points sont intéressants à des titres divers, je ne m'arrêterai un instant qu'au point A. Il correspond à la limite de temps de séjour des graines dans l'alcool absolu, au-dessous de laquelle se fait encore la germination des graines retirées de cet alcool, et au-dessus de laquelle les graines perdent leur faculté germinative. Cette limite dépasse 4 ans et 7 mois, comme je l'ai déjà dit; il faudra peut-être attendre assez longtemps pour la connaître surtout si elle atteint ou dépasse la durée de la faculté germinative des graines du Cresson alénois placées dans les conditions ordinaires. D'ailleurs, en ce qui concerne cette dernière, elle n'est pas établie rigoureusement; dans les *Plantes potagères* de Vilmorin-Andrieux, 1904, p. 225, on la fixe à 5 ans et j'ai des graines de 8 ans dont certaines germent encore entre feuilles de papier buvard humide. Ces deux données, t_1, limite de germination après séjour dans l'alcool absolu, et t_2, durée de la faculté germinative dans les conditions normales seraient intéressantes à connaître et à comparer pour en tirer des enseignements utilisables. En effet, trois cas peuvent se présenter et s'indiquer par

$$t_1 \gtreqless t_2.$$

Si t_1 est plus grand que t_2, les graines immergées dans l'alcool absolu y conservent leur faculté germinative plus longtemps qu'à l'air libre ; cela voudra dire que la durée de la faculté germinative des graines ordinaires est sous la dépendance des agents extérieurs parce que quand l'alcool absolu les sépare de ces agents, il annule ou modifie leur action en la ralentissant.

Si t_1 est égal à t_2, cela voudra dire que les agents extérieurs sont sans influence sur la faculté germinative des graines parce que, qu'elles soient à l'air libre ou qu'elles en soient séparées par l'alcool absolu, leur faculté germinative se conserve pendant le même temps.

Si t_1 est plus petit que t_2, cela voudra dire que l'alcool absolu intervient lui-même, à la longue, pour réduire la durée de cette faculté germinative.

Quoi qu'il en soit, en dehors de ces considérations théoriques intéressantes, les résultats connus peuvent encore servir. Par exemple, on peut stériliser les graines de *Lepidium sativum* par l'alcool absolu ; après un long séjour, elles germent aussi bien que es graines témoins ; on pourrait même le faire avec de l'alcool à 94° dans lequel la limite de germination se trouve entre 2 et 3 mois. Et cela peut être utilisé avec avantage dans quelques circonstances comme la germination des graines dans l'air humide où il est assez difficile de se garantir contre les moisissures par exemple.

D'autre part, l'action de l'alcool sur les graines, bizarre à première vue, appelle de nouvelles recherches pour expliquer cette action. En effet, comme résultat d'essais répétés, je puis dire que les graines entières jeunes, donc aptes à germer, germent encore après un assez long séjour dans l'alcool, 2 mois par exemple, tandis que les mêmes graines, coupées sur le côté ou les téguments entamés au scalpel, ne germent plus après un temps très court, 68 heures par exemple. Cela montre que l'alcool pénétrant dans la graine, peut tuer assez rapidement l'embryon ; mais que, pour les graines entières, il existe une barrière qui empêche cet alcool d'arriver à cet embryon. Cette barrière est formée par les téguments, mais de quoi est-elle faite ?

Enfin on peut penser que d'autres corps que l'alcool sont capables de produire des effets comparables à ceux des solutions alcooliques. C'est ainsi que j'ai été amené à essayer l'action de l'éther ordinaire, de l'éther de pétrole et d'un assez grand nombre de sels. Voyons les résultats que j'ai obtenus jusqu'à ce jour, dans ces essais.

Essai des graines dans l'éther ordinaire et dans l'éther de pétrole.

J'ai été amené aussi à employer l'éther de pétrole par la lecture d'un passage de la Revue générale de botanique (1). Voici ce passage.

« Les huiles neutres et l'acide oléique sont donc un moyen de « nutrition excellent pour les végétaux inférieurs. Il est bien probable « que les plantes supérieures en tirent également profit, malgré les « expériences — à vérifier — de M. Vogel qui a pu faire germer « des graines de Cresson après les avoir traitées pendant plusieurs « semaines par l'éther de pétrole. »

On demandait une vérification et les essais que j'étais en train de faire m'engageaient dans une voie qui conduisait vers cette vérification. Il est vrai de dire qu'on n'indiquait pas l'espèce de Cresson, car il y a de nombreuses plantes assez différentes les unes des autres par leurs formes et par leurs graines, que l'on désigne par ce mot ; je ne m'en suis pas autrement préoccupé. J'ai simplement voulu vérifier si les graines du Cresson alénois *(Lepidium sativum)* peuvent encore germer après un certain temps de séjour dans l'éther de pétrole comme cela se produit pour l'alcool absolu.

---

(1) Henri Jumelle. Revue des travaux de physiologie et chimie végétales (*Rev. gén. de Bot.*, t. 6, 1894, p. 426).

Dans une première série d'expériences, j'ai constaté que les graines de *Lepidium sativum* germent très bien après un séjour de 2, 4, 6 et 9 jours dans cet éther de pétrole. Voici, d'autre part, un relevé des nombres de graines germant après des séjours beaucoup plus longs dans le même éther ; je donne, en même temps, le nombre de jours écoulés après les semis, au moment de l'observation ou la durée des semis.

DURÉE DU		NOMBRE DES GRAINES GERMÉES SUR 10 GRAINES SEMÉES
SÉJOUR DANS L'ÉTHER DE PÉTROLE	SEMIS	
14 jours.	8 jours.	10
26 —	6 —	10
52 —	10 —	10
101 —	6 —	10
227 —	11 —	9
338 —	17 —	7

Je pense que, d'après ces essais, on peut dire que les graines du Cresson alénois *(Lepidium sativum)* peuvent encore germer après un séjour de plusieurs semaines dans l'éther de pétrole, puisque mes expériences montrent que 7 graines, sur 10, peuvent encore germer après un séjour de plus de 48 semaines dans cet éther de pétrole. J'ajouterai le fait suivant. Le 3 février 1912, j'avais mis des graines de 1911 dans de l'éther de pétrole contenu dans un flacon fermé avec bouchon de liège. Peu à peu l'éther s'est évaporé de telle sorte que le 8 septembre 1916, quand j'ai voulu essayer ces graines, le flacon ne contenait plus ou presque plus d'éther. Ces graines semées entre buvards humides ont germé dans la proportion de 17 sur 20.

(A suivre)

LE SACCHAROSE DANS LA BETTERAVE

FORMATION ET DISPARITION

par M. H. COLIN

(fin)

Une telle méthode d'extraction présente évidemment le maximum de sécurité : elle ne laisse pas subsister trace de sucres dans le matériel épuisé ; elle entraîne aussi peu que possible de matières étrangères ; elle supprime tout danger d'hydrolyse du saccharose par l'invertine, puisque, dès le début, les ferments sont détruits par l'alcool bouillant ; malheureusement la méthode est longue et surtout très onéreuse pour les laboratoires non officiels qui n'ont pas l'alcool en franchise.

On n'aura pas à tenir compte de l'influence de certaines substances azotées telles que l'asparagine, l'acide aspartique, la glutamine, l'acide glutamique auxquelles les spécialistes de la sucrerie ont l'habitude de prendre garde parce qu'elles s'accumulent dans les mélasses : elles existent en quantité insuffisante dans 100 g. d'organes. On négligera également le raffinose présent dans la souche de Betterave à raison de 0, 02 pour 100, d'après Von Lippmann.

2°) DOSAGES

Dans la liqueur préparée comme il a été dit, on se propose de doser le saccharose et le réducteur et de déterminer les proportions de glucose et de fructose qui entrent dans le réducteur.

Une première lecture polarimétrique donne α_1, la déviation initiale ; après hydrolyse, on a une seconde polarisation α_2 : ces deux données suffisent à calculer le saccharose. On fait, d'autre part, un premier dosage par réduction qui permet d'évaluer l'inverti et un second après inversion. On dispose donc de deux méthodes indépendantes pour déterminer la quantité de sucre cristallisable présente dans la liqueur. Connaissant l'inverti, le cristallisable et la déviation initiale α_1, il est aisé de calculer $[\alpha']$, le pouvoir rotatoire du réducteur et, par suite, le rapport du glucose au lévulose. Voici, maintenant, le détail des opérations.

1° *Dosages par réduction.* — J'ai suivi la méthode de G. Bertrand qui est une méthode à l'ébullition, donnant, par conséquent, des résultats trop forts, chaque fois que l'on dose de l'inverti en présence de cristallisable. En effet, le saccharose réduit, pour son compte, la liqueur de Fehling, vraisemblablement, d'après Maquenne, en s'oxydant directement et cette réduction croît avec la température, avec le temps de chauffe (1). C'est la raison pour laquelle différents auteurs proposent d'opérer la réduction à une température aussi basse que possible : H. Pellet, en particulier, conseille 10 minutes de chauffe à 65°, température intérieure de la fiole.

Malgré ses inconvénients, j'ai cru pouvoir user de la méthode à l'ébullition telle qu'elle est préconisée par G. Bertrand.

Avec les extraits de feuilles, les dangers provenant de la présence simultanée du cristallisable et de l'inverti sont réduits au minimum ; les liqueurs renferment toujours un excès de réducteur : on aura, par exemple, dans les dosages, 10-30 mg. de saccharose contre 50 mg. d'inverti. Dans ces conditions, le cuivre réduit par le cristallisable est peu de chose, l'excès d'inverti protégeant le saccharose en réduisant rapidement la plus grande partie du cuivre. E. Saillard (2) a montré que pour 50 mg. d'inverti pur ou en présence de $0^{gr},325$ de saccharose, après 10 minutes à 100°, on trouve, pour le cuivre réduit, respectivement $94^{mg},5$ et $100^{mg},5$; on comprend que la différence soit négligeable en présence de 30 ou 40 mg. de saccharose et après trois minutes seulement de chauffe.

Au contraire, avec les liqueurs d'épuisement provenant de la souche, les conditions sont très défavorables : on doit doser le réducteur en présence d'un grand excès de saccharose, 10 mg. d'inverti, par exemple, contre $0^{gr},2$ — $0^{gr},4$ de cristallisable ; on trouvera donc, pour le réducteur, des valeurs beaucoup trop fortes. Ainsi, d'après E. Saillard, 10 mg. d'inverti qui, en 10 minutes, à 100°, réduisent $20^{mg},5$ de cuivre, en réduisent $29^{mg},5$ en présence de $0^{gr},325$ de saccharose. L'erreur est donc considérable ; elle ne suffit pas, cependant, à infirmer mes conclusions relativement à la présence du réducteur dans la racine. D'ailleurs, on commet une erreur en sens inverse, ainsi que l'a fait remarquer Maquenne, en ne tenant compte que de l'oxydule précipité recueilli sur filtre ; en effet, lorsque la réduction est très faible, l'oxyde cuivreux reste dissous en partie ou en totalité ; il est bien préférable, alors, de recourir au titrage par l'hyposulfite préconisé par Maquenne. C'est vraisemblablement parce que ces deux erreurs se compensent en partie, dans mes dosages, que j'ai trouvé, pour le réducteur présent dans la racine de Betterave, des nombres comparables à ceux qu'ont publiés d'autres expérimentateurs qui peut-être se sont servi de méthodes plus rigoureuses.

---

(1) Maquenne. *(C. R. Ac. Sc.*, 22 novembre 1915, 24 janvier 1916, 7 février 1916).

(2) E. Saillard. *(C. R. Ac. Sc.*, 15 novembre 1915).

Mon intention était d'établir qu'il existe du réducteur dans la Betterave, qu'il en existe d'autant plus que la racine est plus jeune et que les fourragères en contiennent davantage que les bonnes sucrières ; la méthode adoptée, impuissante à fournir des données rigoureusement exactes, répondait suffisamment au but poursuivi.

2°) *Dosages polarimétriques.* — Je me suis servi d'un polarimètre Laurent, grand modèle, en opérant au tube à 5 décimètres chaque fois que la limpidité des liqueurs me l'a permis ; on augmente ainsi la différence des deux polarisations avant et après inversion : l'erreur relative résultant des lectures s'en trouve diminuée d'autant.

Le saccharose a été calculé en divisant l'écart des deux lectures, $\alpha_1 - \alpha_2$, par la variation de rotation relative à une solution de saccharose à 1 °/₀ (1). Si l'on prend comme pouvoirs rotatoires du saccharose, du glucose et du lévulose respectivement les nombres $+ 66,5$, $+ 52$ et $- 101 + 0,56\,t$, le *calcul* donne, pour la variation polarimétrique d'une solution de saccharose à 1 °/₀ examinée avant et après inversion, au tube à 2 décimètres, la valeur : $1,849 - 0,0056\,t$, qu'il faut théoriquement multiplier par $5/2$ si l'on se sert du tube à 5 décimètres, la rotation étant proportionnelle à l'épaisseur de la substance.

---

(1) G. Bertrand et P. Thomas. (*Guide pour les manipulations de chimie biologique*, Paris, 1910, p. 87).

Ce coefficient m'a donné constamment des nombres trop forts ; on peut s'en rendre compte par l'expérience suivante : Solution de saccharose pur à 0 gr., 91 pour 100 ; $l = 5$; $t = 22$; $\alpha_1 = +3°$; $\alpha_2 = -1°8'$; si l'on calcule le saccharose comme il vient d'être dit, on trouve 0, 95 pour 100.

En adoptant pour le pouvoir rotatoire du lévulose la valeur proposée par Jungfleisch et Grimbert : $-101 + 0,56\,t$, G. Bertrand et P. Thomas ont négligé le terme correctif relatif à la concentration : $-0,108\,(p - 10)$ qui relève de un centième environ le pouvoir rotatoire du lévulose, lorsque la concentration est voisine de 1 pour 100. Même en tenant compte de cette correction, les nombres trouvés pour le saccharose sont trop élevés ; c'est pourquoi j'ai pris le parti de dresser une courbe polarimétrique empirique, pour éviter les erreurs provenant de l'incertitude des formules, des appareils, en un mot des conditions où l'on opère.

Ayant déterminé, par réduction, π', le poids de réducteur contenu dans 100 cc. de la liqueur, par réduction et par le polarimètre, π, le poids du saccharose, possédant α_1, la déviation initiale, on peut aisément calculer $[\alpha']$, le pouvoir rotatoire du réducteur. On a, en effet :

$$\alpha_1 = \frac{l}{100}\left(66,5\,\pi + [\alpha']\,\pi'\right)$$

d'où l'on tire $[\alpha']$. Connaissant le pouvoir rotatoire du réducteur, on en déduit le rapport du glucose au lévulose. Si l'on désigne par x la proportion de glucose contenue dans le réducteur, la proportion de lévulose sera $1 - x$; la rotation due au mélange des sucres réducteurs

$$\alpha'_1 = \frac{\pi' l}{100}\,[\alpha']$$

pourra s'écrire :

$$\alpha'_1 = \frac{\pi' l}{100}\left[52\,x + (-101 + 0,56\,t)(1 - x)\right]$$

Il en résulte : $[\alpha'] = 52\,x + (-101 + 0,56\,t)(1 - x)$ équation d'où l'on peut tirer x

$$x = \frac{[\alpha'] + 101 - 0,56\,t}{153 - 0,56\,t}$$

Le rapport $\frac{\text{Glucose}}{\text{Lévulose}}$ est donc égal à :

$$\frac{x}{1 - x} = \frac{[\alpha'] + 101 - 0,56\,t}{52 - [\alpha']}$$

Pour contrôler les valeurs du rapport glucose/lévulose, on pourrait, semble-t-il, traiter le mélange de dextrose et de lévulose par le brôme qui oxyde les aldoses sans toucher aux cétoses : la diminution du pouvoir réducteur mesurerait la quantité de glucose. Malheureusement les substances étrangères aux sucres présentes dans les extraits alcooliques m'ont rendu impossible, jusqu'alors, l'application de cette méthode : les liqueurs traitées par le brôme accusent souvent une augmentation du pouvoir réducteur ce qui prouve qu'elles renferment des substances autres que les sucres qui, en s'oxydant, deviennent réductrices.

3°) *Inversion du saccharose.* — Si les liqueurs provenant de l'épuisement des feuilles ne devaient servir qu'aux dosages par réduction, on pourrait intervertir par l'acide chlorhydrique le saccharose qu'elles renferment, en s'entourant des précautions nécessaires. Les liqueurs sucrées traitées par HCl à 0, 5 °/₀, au B. M. à l'ébullition sont interverties en moins de 12 minutes, les solutions étant introduites telles quelles, c'est-à-dire sans chauffe préalable ; avec le dispositif que j'emploie, en ne laissant sortir du B. M. que l'extrémité du col allongé du matras, la température intérieure monte facilement à 97°. Il ne semble pas que le lévulose s'altère sensiblement dans ces conditions ; les solutions de saccharose pur soumises à ce traitement sont retirées limpides et donnent, dosées par réduction, des chiffres de réducteur correspondant assez exactement au saccharose. Mais il en va tout autrement des lectures polarimétriques après inversion ; les extraits de feuilles hydrolysés par HCl ne donnent plus au polarimètre, après neutralisation de l'acide, que des résultats incertains ; on ne sait si l'on doit incriminer le lévulose qui subirait un commencement d'altération ou les substances étrangères qui ne seraient pas absolument indifférentes au traitement à l'acide chlorhydrique.

Ces difficultés m'ont déterminé à ne me servir, pour les lectures polarimétriques après inversion, que de liquides hydrolysés par l'invertine (1).

Dans la recherche du saccharose et des sucres renfermant, comme lui, une molécule de lévulose, par la méthode biochimique de Bourquelot (1), c'est généralement sous forme de poudre qu'on emploie l'invertine ; le ferment est obtenu en tuant par l'alcool la levure de bière fraîche suivant le procédé indiqué par Bourquelot : « On agite de la levure fraîchement préparée dans de l'alcool à 95°, on laisse reposer une demi-heure, on essore à la trompe et on fait sécher rapidement à l'étuve à 30° (2). » Cette poudre ne contient que de l'invertine ; jusqu'alors on n'y a pas signalé la présence d'autres ferments ; au contraire, si l'on tue la levure par l'acétone ou l'éther, on obtient des poudres qui renferment d'autres enzymes que la sucrase. En soumettant simplement la levure à la dessiccation, on conserve également d'autres ferments que l'invertine, de la zymase en particulier : c'est même le procédé préconisé par Lebedeff (3) pour préparer une zymase suffisamment active. Il faut éviter de se servir de la levure telle quelle, sans l'avoir tuée au préalable, surtout lorsqu'on l'emploie, comme certains auteurs, à dose massive, dans le but d'accélérer l'inversion ; on s'expose ainsi à trouver, pour le réducteur issu du saccharose, des nombres beaucoup trop faibles, le sucre étant brûlé, en partie, par la levure.

---

(1) H. Colin. (*Bull. Chim. Sucr. Distill.*, XXXII, p. 229, 1915).

Il est bon de connaître la quantité de substances étrangères que l'on introduit dans les liqueurs lorsqu'on se sert de la levure desséchée. D'après Bourquelot (4), 2 g. de cette levure, mis à macérer pendant quelques jours dans 100 cc. d'eau toluénée ont donné 1^{gr}, 568 d'extrait sec, soit 78, 4 °/₀ de la levure ; 50, 2 °/₀ de cet extrait étaient solubles dans l'alcool à 95 et 19, 3 °/₀ dans l'éther additionné de 1/5 de son volume d'alcool à 95 ; ce dernier extrait renfermait des matières minérales et des hydrates de carbone.

Il peut être préférable, dans certains cas, de se servir d'invertine en solution ; on prépare ces solutions soit par macération de la levure fraîche, soit en triturant 1 g. de l'invertine de Bourquelot dans 100 cc. d'eau distillée. J'ai obtenu des liqueurs très actives par un procédé spécial que je décrirai ultérieurement ; on peut juger de la vitesse d'hydrolyse du saccharose d'après les expériences suivantes :

---

(1) On trouvera dans le travail de J. Vintilesco : *Recherches biochimiques sur quelques sucres et glucosides*, Thèse de Doctorat ès-sciences, Paris 1910, la bibliographie des nombreux travaux de Bourquelot se rapportant à ce sujet, ainsi que plusieurs applications de la méthode biochimique.

(2) Bourquelot. (*Journ. Pharm. Chim.*, t. II, p. 481, 1901).

(3) Lebedeff. (*Ann. Inst. Pasteur*, t. XXV, p. 682, 1911).

(4) Bourquelot. (*C. R. Ac. Sc.*, 12 juillet 1915, en note).

A

Solution de saccharose donnant $\alpha = + 6^\circ 26'$ au tube à 2 ; concentration en sucrase 8 cc. °/o ; température d'hydrolyse : 50° ; température des lectures : 22° ; $l = 2$.

lecture initiale $\alpha = + 6^\circ 26$
après 5 minutes $\alpha = + 5^\circ 4'$
« 13 « $\alpha = + 3^\circ 52'$
« 23 « $\alpha = + 3^\circ 6'$
« 50 « $\alpha = - 1^\circ 24'$
« 60 « $\alpha = - 1^\circ 34'$
« 75 « $\alpha = - 1^\circ 38'$
« 85 « $\alpha = - 1^\circ 40'$

B

Solution de saccharose à $0^{gr},91$ °/o ; sucrase 1/10 ; température d'hydrolyse 50° ; température des lectures 22° ; $l = 5$.

lecture initiale $\alpha = + 3^\circ$
après 20 minutes $\alpha = + 0^\circ 36'$
« 30 « $\alpha = - 0^\circ 48'$
« 60 « $\alpha = - 1^\circ 8'$
« 90 « $\alpha = - 1^\circ 7'$

Voici maintenant, à titre d'exemples, quelques dosages pratiqués sur les organes. Si l'on veut que les lectures avant et après inversion soient rigoureusement comparables, il convient d'adopter la technique suivante : on fait deux prélèvements égaux, de 50 cc. je suppose, lorsqu'on doit examiner au tube à 5 décimètres ; on ajoute, dans un cas, 5 cc. de sucrase active, dans l'autre, la même quantité de ferment préalablement porté à 100° pour le rendre inerte ; on place au B. M. à 50° durant 30, 45 ou 60 minutes suivant l'activité de l'invertine, puis on refroidit et, si les liqueurs se sont troublées, on filtre, après addition d'une ou deux gouttes d'acétate neutre de plomb ; on peut alors doser optiquement et par réduction.

On a soin de faire parallèlement une inversion par HCl, en s'entourant des précautions indiquées précédemment pour s'assurer, par un dosage à la liqueur de Fehling, que le saccharose a été complètement hydrolysé par la sucrase.

Dans les tableaux ci-dessous, α_1 et α_2 désignent les polarisations, R_1 et R_2 les quantités de réducteur contenues dans 100 cc. de la liqueur avant et après hydrolyse.

A. — FEUILLES

Récolte le 20, VII, 1914, 19 h. Poids frais : 25 gr. Volume du liquide (y compris la solution d'invertine) : 110 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 17'$ l = 5	$R_1 = 0$ gr. 07
$\alpha_2 = - 16'$ t = 22	$R_2 = 0$ gr. 22
S. p. 100 cc. = 0 gr. 13	S. p. 100 cc. = 0 gr. 14
S. p. 100 gr. = 0 gr. 57	S. p. 100 gr. = 0 gr. 61

B. — PÉTIOLE *(partie supérieure)*

Poids frais : 40 gr. Volume : 59 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 1° 2'$ l = 2	$R_1 = 2$ gr. 71
$\alpha_2 = + 30'$ t = 18	$R_2 = 3$ gr. 05
S. p. 100 cc. = 0 gr. 32	S. p. 100 cc. = 0 gr. 315
S. p. 100 gr. = 0 gr. 47	S. p. 100 gr. = 0 gr. 46

C. — PÉTIOLE *(partie inférieure)*

Poids frais : 25 gr. Volume : 55 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 1° 6'$ l = 2	$R_1 = 1$ gr. 98
$\alpha_2 = + 0° 32'$ t = 18	$R_2 = 2$ gr. 31
S. p. 100 cc. = 0 gr. 33	S. p. 100 cc. = 0 gr. 315
S. p. 100 gr. = 0 gr. 72	S. p. 100 gr. = 0 gr. 69

D. — COLLET

Poids frais : 25 gr. Volume : 52 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 6° 30'$ l = 2	$R_1 = 0$ gr. 220
$\alpha_2 = - 1° 44'$ t = 18	$R_2 = 5$ gr. 200
S. p. 100 cc. = 4 gr. 71	S. p. 100 cc. = 4 gr. 73
S. p. 100 gr. = 9 gr. 80	S. p. 100 gr. = 9 gr. 84

E. — Souche

Poids frais : 35 gr. Volume : 63 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 6^{\circ}\ 20'$ $l = 2$	$R_1 = 0$ gr. 112
$\alpha_2 = - 1^{\circ}\ 24'$ $t = 18$	$R_2 = 4$ gr. 800
S. p. 100 cc. = 4 gr. 43	S. p. 100 cc. = 4 gr. 45
S. p. 100 gr. = 11 gr. 16	S. p. 100 gr. = 11 gr. 22

F. — Tige *(partie supérieure)*

Poids frais : 40 gr. Volume : 69 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 56'$ $l = 2$	$R_1 = 1$ gr. 30
$\alpha_2 = + 24'$ $t = 25$	$R_2 = 1$ gr. 60
S. p. 100 cc. = 0 gr. 30	S. p. 100 cc. = 0 gr. 285
S. p. 100 gr. = 0 gr. 51	S. p. 100 gr. = 0 gr. 49

G. — TIGE *(partie inférieure)*

Poids frais : 40 gr. Volume : 115 cc.

SACCHAROSE POLARIMÉTRIQUE	SACCHAROSE PAR RÉDUCTION
$\alpha_1 = + 1^{\circ}\ 20'$ $l = 5$	$R_1 = 0$ gr. 25
$\alpha_2 = 0$ $t = 19$	$R_2 = 0$ gr. 53
S. p. 100 cc. = 0 gr. 27	S. p. 100 cc. = 0 gr. 26
S. p. 100 gr. = 0 gr. 77	S. p. 100 gr. = 0 gr. 75

L'erreur avouée, au polarimètre, est de 2 minutes sur chaque lecture ; pour une solution de saccharose à 1 $^{\circ}/_{0}$ dont l'hydrolyse est appréciée au tube à 50, l'approximation ne dépasse pas 0, 017 ; l'erreur relative est multipliée par 2, 5 si l'on opère au tube à 20.

Quant aux dosages par réduction calculés d'après la table de Bertrand relative au sucre interverti, ils sont approchés au 1/50 dans la région moyenne de la courbe ; l'erreur est plus considérable aux deux extrémités.

IV. LES PLANTES A SACCHAROSE

Le saccharose est extrêmement répandu chez les végétaux ; on le trouve, en proportions variables, dans les feuilles où il paraît être un des produits essentiels de l'assimilation chlorophyllienne ; mais en dehors de la canne à sucre, aucune plante ne possède une réserve de saccharose comparable à celle de la Betterave; cependant le Sorgho renferme jusqu'à 15 °/₀ de saccharose ; le Maïs 7 à 9 °/₀ ; la plupart des tiges de céréales en contiennent plus ou moins. La sève du Bouleau, de l'Érable, surtout le suc de l'Agave sont particulièrement riches en sucre cristallisable. Dans les oranges, les caroubes, les patates, le melon, la noix de coco, la proportion de saccharose peut atteindre 8 °/₀ du poids frais. Quelquefois, le sucre existe, dans les organes de réserve, à côté de l'amidon, c'est le cas pour la châtaigne. Dans les fruits succulents, on rencontre, en général, un mélange de saccharose et de réducteur ; le saccharose est prépondérant par rapport au réducteur dans l'ananas, la pêche, l'abricot, la mirabelle ; il est à peu près équivalent au réducteur dans l'orange ; dans le citron, les pommes, la banane, c'est, au contraire, le réducteur qui l'emporte sur le cristallisable ; le saccharose semble même n'exister qu'à l'état de traces dans certaines variétés de cerises, de fraises, de raisins (1).

Le problème de la saccharogénie n'a été soulevé que dans un nombre restreint de cas et nulle part on ne l'a soumis à une étude aussi approfondie que dans la Betterave. Partout, d'ailleurs, il semble se poser à peu près de la même façon, en ce sens que les parties vertes où s'élaborent les hydrates de carbone renferment à la fois de l'inverti et du cristallisable : c'est ce mélange qui doit alimenter les organes où s'accumulent les réserves.

La question de l'origine du saccharose se présente sous un double aspect, suivant qu'on l'envisage dans les feuilles ou dans les organes : tiges, racines, fruits, où le sucre est mis en réserve.

Aujourd'hui qu'il est établi que les hydrates de carbone ne peuvent prendre naissance que dans les parties vertes, le seul problème intéressant qui se pose au sujet du saccharose présent dans les feuilles est de savoir s'il est un produit immédiat de la synthèse chlorophyllienne ou s'il résulte de la condensation des hexoses : question accessoire, somme toute, et qui, peut-être, ne comporte que des solutions particulières.

---

(1) Buignet, (*Ann. Chim. Phys.*, 3^me^ série, t. LXI, p. 233-309, 1861).

L'hypothèse de la formation directe du saccharose fut énoncée et accréditée en 1893 par Brown et Morris (1) : leur travail sur le *Tropœolum* qui battait en brèche les idées de Sachs et de Schimper est resté classique.

Récemment, Parkin (2) est arrivé à la même conclusion, à la suite d'une étude approfondie sur l'origine des hydrates de carbone dans la feuille de *Galanthus nivalis*.

Enfin, tout dernièrement, A. Davis (3) et ses collaborateurs ont conclu également à la formation immédiate du saccharose dans les feuilles, après de longues recherches sur la feuille de la *Mangold*, variété de *Beta vulgaris*.

Mais ce ne sont là que des cas particuliers ; le fait que le saccharose n'existe dans les feuilles de certaines plantes (Gentiane, Ail, Asphodèle) qu'en petite quantité, suffit à démontrer que l'assimilation chlorophyllienne n'a pas nécessairement pour résultat immédiat la formation du sucre cristallisable et comme rien ne s'oppose, dans les cellules, à la condensation du réducteur à l'état de saccharose, il s'ensuit qu'on ne peut formuler, au sujet de l'origine directe ou indirecte du saccharose, aucune loi générale.

Le problème de l'accumulation du saccharose dans les racines, les tiges, les fruits, aux dépens des hydrates de carbone délivrés par les feuilles n'a pas reçu, jusqu'à présent, de solution générale.

Quels sont les sucres qui ont accès dans les organes à réserve ? Du saccharose uniquement ? Alors c'est la théorie de l'émigration et de l'emmagasinement du saccharose comme tel qui doit prévaloir. De l'inverti uniquement ? Alors la théorie de la polymérisation devient l'expression de la réalité.

On ne connaît pas de plante dont la partie aérienne ne renfermerait que du réducteur et qui amasserait du saccharose dans sa racine. En fait, dans les plantes à saccharose étudiées jusqu'à ce jour, on rencontre constamment, au voisinage immédiat de la région où s'accumule le sucre, un mélange, en proportions variables, d'inverti et de cristallisable, ce qui rend difficile d'affirmer, *a priori*, que l'un pénètre dans cette région à l'exclusion de l'autre. De plus, à l'intérieur même des tissus à réserve saccharine, il existe toujours, à côté du sucre cristallisable qui est prépondérant, une quantité plus ou moins appréciable de réducteur.

---

(1) Brown et Morris. (*Trans. Chem. Soc.*, t. LXIII, p. 604, 1893).

(2) Parkin. (*Biochem Journ* t. VI, p. 1, 1912).

(3) A. Davis, J. Daish and G. Sawyer. (*Journ. Agr. Sc.*, t. VII, 3^{me} partie, février 1916).

La châtaigne, par exemple, renferme de l'amidon, du saccharose, à raison de 4 ou 5 °/₀ et une petite quantité de réducteur. Dans les feuilles de Châtaignier, les sucres sont représentés par un mélange de saccharose et de réducteur et ce mélange se retrouve, plus ou moins modifié, dans les pédoncules qui portent les fruits.

Dans la Canne, d'après H. Pellet, aux premiers stades de la croissance, on trouve environ 3 °/₀ de saccharose et 3 °/₀ d'hexoses ; plus tard, le cristallisable atteint 5 puis 7 °/₀ pendant que le réducteur diminue jusqu'à 1 °/₀ ; finalement, on a, dans la tige, 12, 13 et même 16 °/₀ de saccharose contre 0, 6, 0, 5, 0, 2, voire 0, 1 °/₀ d'hexoses. Ici, comme dans la Betterave, le réducteur est beaucoup plus abondant pendant la première période du développement ; de plus, la proportion d'hexoses va en croissant, de la base à la partie supérieure de la Canne. Bien entendu, les feuilles contiennent à la fois du saccharose et du réducteur.

La *Mangold* étudiée à fond par Davis, Daish et Sawyer se comporte essentiellement comme les autres variétés de Betterave. A toutes les phases du développement et à toutes les heures de la journée, les feuilles renferment du saccharose et du réducteur ; l'un et l'autre se retrouvent à la base des pétioles, mais la proportion de saccharose diminue sans cesse du limbe au collet, à ce point que, d'après les auteurs, *les hexoses seuls pénètrent dans la racine* où ils sont condensés à l'état de sucre cristallisable.

V. CONCLUSIONS

Betterave de 1re année. — Les faits essentiels établis ou confirmés dans ce travail se ramènent aux suivants :

La feuille renferme constamment un mélange de saccharose et de réducteur formé de glucose et de lévulose ; dans les tissus du limbe, le lévulose est plus abondant que le dextrose ; c'est le contraire dans le pétiole, surtout à la base, le glucose l'emporte sur le lévulose.

Le saccharose semble prendre naissance de prime-saut dans les cellules de la feuille, à la lumière ; il disparaît à l'obscurité après s'être transformé en inverti sous l'action de la sucrase toujours abondante dans le limbe.

Le rapport du saccharose au réducteur va sans cesse en diminuant du limbe au collet, de sorte qu'au voisinage immédiat de la racine, le mélange de sucres présent dans le pétiole est composé d'une petite quantité de saccharose et d'une large proportion de réducteur où domine le glucose.

Dans la souche, il existe toujours du réducteur, en quantité variable avec les races de Betterave, d'autant plus grande que la racine est plus jeune.

Relativement à l'origine du sucre dans la racine, j'ai démontré que les deux arguments sur lesquels A. Girard avait étayé la théorie de la migration et de l'emmagasinement du saccharose, comme tel, manquent de solidité car (1° la souche renferme toujours du réducteur et (2° la disparition du saccharose dans les feuilles, pendant la nuit, n'est pas liée nécessairement à l'émigration vers la souche.

L'argument indirect apporté par Löb en faveur de la même hypothèse et tiré de l'absence de ferment synthétisant dans la souche ne mériterait considération que s'il était prouvé, au préalable, que *toute* polymérisation réalisée dans les tissus vivants suppose l'action d'un ferment.

Toutefois, la théorie de la polymérisation du réducteur dans la racine ne repose pas sur des preuves absolument irréfutables et se heurte, elle aussi, à de sérieuses difficultés ; la principale est la *brusque transformation* que l'on observe dans la composition du mélange des sucres, *dès les premières assises du collet*, ce qui oblige à admettre qu'un *petit nombre seulement de cellules* du collet concourent à la condensation du réducteur.

On est sans aucun renseignement sur la façon dont le réducteur pourrait se transformer dans la racine ; cette condensation ne saurait être rapportée à l'action d'une sucrase synthétisante, l'invertine faisant défaut dans la racine, du moins dans les conditions normales.

Betterave de 2^me^ année. — Le sucre peut, dans certaines conditions, émigrer de la souche et remonter vers les parties aériennes, par exemple, lorsque la Betterave végète à l'obscurité et surtout, en seconde année, lorsque la tige s'organise.

A aucun moment le saccharose ne s'hydrolyse en masse à l'intérieur de la souche mais la quantité de réducteur demeure sensiblement constante tant que les tissus se conservent intacts. Le saccharose, quand il émigre, quitte la racine à l'état de saccharose et s'invertit de proche en proche au contact des cellules de la tige, des pétioles et des limbes; aussi voit-on le rapport du saccharose au réducteur décroître presque régulièrement du collet au sommet de l'inflorescence.

Au point de vue pratique, les conditions d'élaboration des sucres par les feuilles, les circonstances qui favorisent davantage le développement de la Betterave et sa richesse sont encore insuffisamment définies ; en particulier, il n'existe pas d'expériences systématiques permettant, toutes choses égales d'ailleurs, de classer par ordre d'importance les trois facteurs : humidité, chaleur, lumière dans leur action sur la végétation de la Betterave. On sait seulement que la Betterave est plus riche en Prusse orientale et en Hollande qu'en Italie et en Hongrie ; on en conclut que là Betterave est une plante du Nord.

De plus, il est impossible de dire actuellement en quoi consiste la différence profonde entre une Betterave sucrière et une Betterave fourragère ; la souche de fourragère est plus volumineuse et moins riche en saccharose, elle renferme davantage de réducteur ; mais les phénomènes de l'élaboration et de l'accumulation du sucre sont essentiellement les mêmes dans les deux cas.

Nombre d'auteurs rapportent à la feuille uniquement, les propriétés particulières des diverses races de Betterave ; en réalité, *les tissus de la souche ont aussi leur originalité ;* les feuilles de variétés très différentes renferment souvent la même quantité de réducteur et de saccharose.

Dans la pratique de la sélection, on se borne à rechercher les souches les plus riches pour les utiliser comme porte-graines ; c'est là, d'ailleurs, la méthode adoptée pour toute sélection : on choisit, en vue de la reproduction, les sujets présentant au plus haut degré de développement, le caractère que l'on veut exploiter.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

SHUTAI OKAMURA. — **Contributiones novæ ad Floram Bryophyton Japonicam.** *(Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo,* vol. XXXVI, art. 7, March 1915).

Poursuivant ses intéressants travaux sur la flore bryologique du Japon, l'auteur donne ici les diagnoses latines de 2 genres nouveaux *(Meteoriella* et *Matsumuræa)* et de 24 espèces nouvelles. Deux espèces nouvelles pour le Japon, *Schizostega osmundacea* Mohr et *Stereodon amblyostegus* Mitt. sont également décrites. Des planches dessinées avec un soin et une précision remarquables représentent la plupart de ces nouveautés. En outre, sont énumérées un grand nombre d'espèces provenant de localités inédites de Corée, des îles Sakhalin, Liuchu, régions très peu connues au point de vue bryologique.

A. PIERRE ALLORGE.

N. A. NAOUMOV. — **Tableaux pour servir à la détermination des Mucoracées**. *(Bureau du Comité d'Études mycologiques et phytopathologiques*, Petrograd, 1915).

L'auteur décrit d'abord en quelques pages les caractères généraux de ce groupe de Champignons et donne des indications relatives à leur récolte et à leur préparation. Les tableaux dichotomiques des familles, genres et espèces constituent la partie essentielle de l'ouvrage ; rédigés d'une façon très claire et d'un maniement facile, ils permettront aux non-spécialistes d'arriver rapidement à de sûres déterminations. M. NAOUMOV a voulu combler une lacune dans la littérature mycologique de son pays : il a du reste parfaitement réussi, mais on peut regretter, qu'écrit en russe, ce travail ne soit d'un usage restreint dans les pays occidentaux.

A. Pierre ALLORGE

Nemours. — Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.
Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.
Flot, docteur ès sciences.
Fockeu, prof. à l'Université de Lille.
François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.
Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.
Gain, professeur à l'Université de Nancy.
Gallaud, docteur ès siences.
Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.
Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.
Guignard, membre de l'Académie des Sciences.
Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.
Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.
Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.
Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.
Hervier (l'abbé Joseph).
Hickel, inspecteur des forêts.
Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.
Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.
Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.
Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.
Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.
Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.
Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.
Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.
Maige, prof. à l'Université de Poitiers.
Matruchot, professeur à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.
Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.
Molliard, professeur à la Sorbonne.
Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.
Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.
Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.
Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).
Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur.
Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.
Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.
Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.
Russell (William), docteur ès sciences.
Seignette, docteur ès sciences.
Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.
Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.
Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.
Tswett, de l'Université de Varsovie.
Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.
Viala, prof. à l'Institut agronomique.
Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.
Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.
Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.
Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Mai 1917

N° 341

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1917

SSOURI BOTANICAL
ECEIVE

LIVRAISON DU 15 MAI 1917

I. — NOTE SUR LES *SPHAEROCARPUS* (avec une planche), par MM. **Ch.** et **R. Douin** 129

II. — AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION DANS LES GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM* *(suite)*, par M. **Pierre Lesage** 137

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 159

Richard H. Boerker. — Ecological investigations upon the germination and early growth of forest trees.

J. Héribaud. — Flore d'Auvergne.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 160

Cette livraison renferme la planche suivante :

Planche 16. — *Sphaerocarpus*.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.**

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — Physiologie - Technologie

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons**, prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques**, prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce.

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant $1^{m}10 \times 0^{m}90$, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

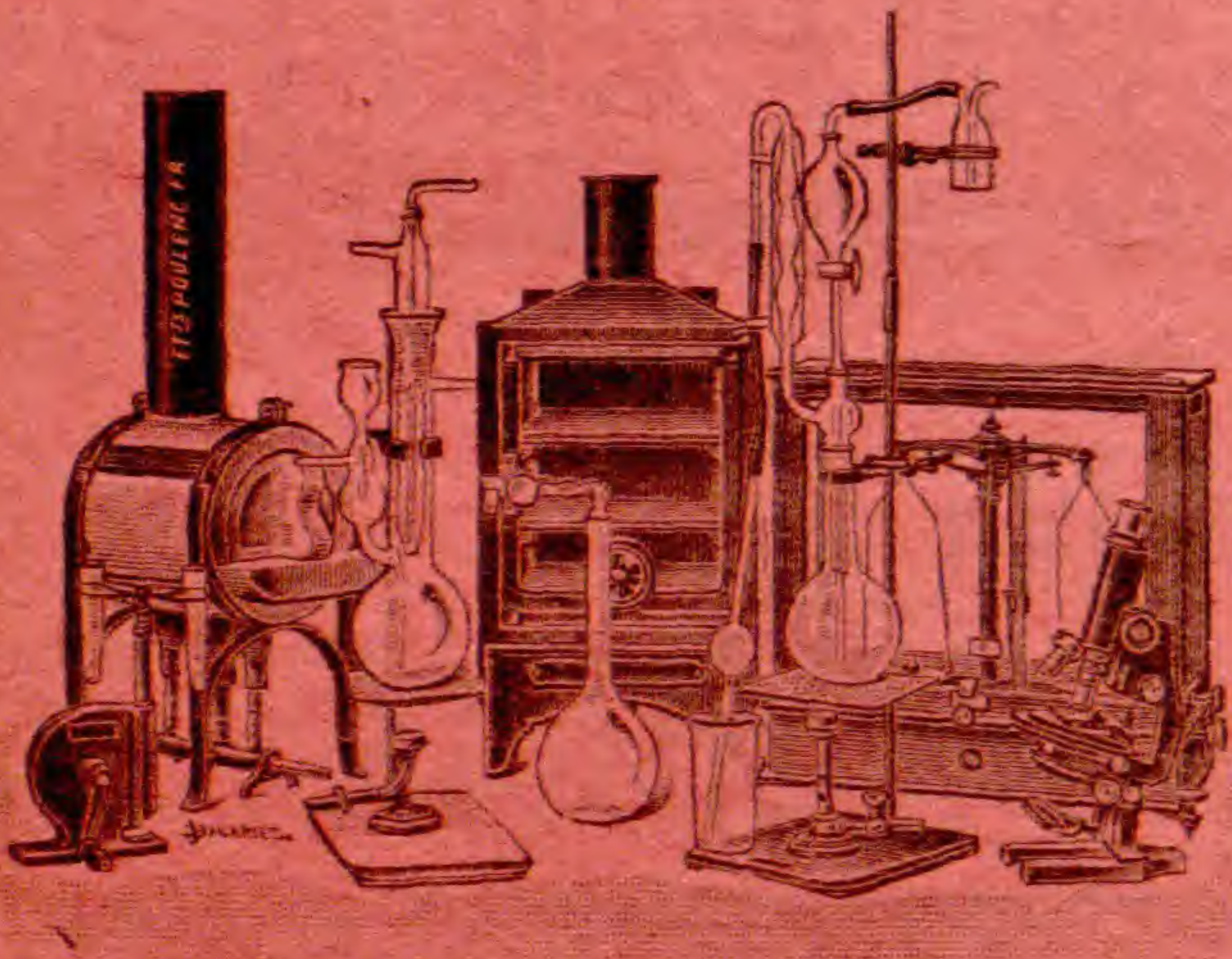
Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32cm×23cm* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861
TÉLÉPHONE
810-83
G. FONTAINE
CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE
RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

E. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la Micrographie et la Bactériologie.

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* Cogit.

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

NOTE
SUR LES *SPHAEROCARPUS*

par MM. Ch. et R. DOUIN (1)

L'étude de nos Muscinées indigènes, souvent trop négligées, constitue pourtant une mine inépuisable où il y a toujours à glaner, témoin les observations qui suivent.

Les cultures des *Sphaerocarpus terrestris* et *californicus* faites au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et à Chartres nous ont permis de constater quelques faits intéressants sur ce curieux genre.

DURÉE ET GERMINATION. — Gœbel arguait (2) que la courte durée des plantes de ce genre ne leur permettait pas d'avoir des cellules oléagineuses comme les *Riella*. Quelle que soit la notoriété de l'auteur ce raisonnement n'a aucune valeur comme le prouvent les deux faits suivants : 1° Le *Riella Clausonis*, cultivé à Chartres *depuis la spore jusqu'aux fruits mûrs*, a déjà des cellules oléagineuses bien que n'ayant pas 8 jours d'existence ; 2° Les *Sphaerocarpus terrestris* et *californicus* ont été cultivés plusieurs fois par nous depuis leur germination en novembre jusqu'en juillet et août, c'est-à-dire pendant 9 et 10 mois sans avoir produit la moindre cellule à huile. Et même ceux de la dernière culture commencée le 1er novembre 1916 sont encore actuellement (fin mars 1917) bien vivants. En réalité, *les thalles ♀ peuvent vivre indéfiniment* à une humidité convenable ; les thalles ♂ résistent beaucoup moins bien et disparaissent peu à peu devant l'humidité.

Les spores du *Sphaerocarpus* peuvent germer en toute saison si les conditions extérieures d'ombre et surtout d'humidité sont remplies. Nous en avons vu dès juin et juillet ; mais la vraie saison dans notre région est fin octobre — commencement de novembre.

---

(1) A la prière de mon fils, R. Douin, actuellement sur le front, j'ai revu les notes qu'il avait prises sur ses cultures du *Sphaerocarpus* (novembre 1912-juillet 1913), et j'y ai ajouté mes observations personnelles sur de nouvelles cultures toutes récentes (novembre 1915-janvier 1917. — Ch. DOUIN).

(2) K. GŒBEL, Archegoniatenstudien, etc., *in Flora* (1908), p. 308-323.

RÉGÉNÉRATION ET ACCRESCENCE. — Nos cultures ont surtout mis en évidence la manière dont le thalle du *Sphaerocarpus* se régénère quand une sécheresse plus ou moins prolongée l'a presque détruit, et comment il s'accroît quand une humidité suffisante lui permet de continuer son développement au delà de ses dimensions habituelles et normales.

La régénération et l'accrescence se font de la même manière par les nervures (1). La première peut avoir lieu aussi par l'involucre. Nous n'avons pas vu la régénération se faire par les cellules des lobes ; mais il n'est pas douteux qu'elle peut avoir lieu aussi de cette façon, puisque les lobes comme les involucres sont issus de la nervure et doivent en posséder les mêmes propriétés.

1. *Accrescence du thalle.* — Elle a lieu surtout chez les thalles ♀. Le thalle habituel et normal du *Sphaerocarpus* comprend (fig. 10) 3 ou 5 lobes principaux (2), très rarement davantage ; mais, si l'humidité persiste, comme cela a eu lieu dans nos cultures, la nervure, ou plutot ses bifurcations successives continuent à s'allonger et à se bifurquer constamment (fig. 11, *m, n, n, r, s*). Ces bifurcations donnent latéralement des lobes à insertion oblique en V (fig. 11, *a, b, c* ; et fig. 2, *b, c*) disposés alternativement à droite et à gauche, avec des involucres en dessus (fig. 1). En réalité, ces lobes sont ici, dans les parties accrues, *de véritables feuilles* indépendantes insérées sur une tige qui n'est autre que la nervure, de sorte que *le* Sphaerocarpus *primitif, qui était une Hépatique à thalle, devient une Hépatique à feuilles dans ses ramifications périphériques.* Seul le lobe intermédiaire (*a*, fig. 2) situé entre les deux nervures permet de dire qu'il n'a pas encore abdiqué complètement sa première personnalité. Comme le thalle primitif (fig. 11, *a, a, a*) se détruit souvent de bonne heure, il ne reste plus que des tiges feuillées complètement isolées et formant autant de plantes distinctes.

Cette dernière observation montre que la distance qui sépare le *Sphaerocarpus* du *Riella*, en ce qui concerne le gamétophyte, est beaucoup moins grande qu'on ne le croit généralement. Elle montre aussi que sur les groupes de thalles âgés, on ne peut plus retrouver sûrement les deux thalles ♂ et les deux thalles ♀ issus de la tétrade de spores (1).

---

(1) DOUIN, Le *Sphaerocarpus terrestris* Sm. in *Rev. bryol.*, (1903), p. 49.

(2) DOUIN, *loc. cit.*, p. 50.

Le schéma de la fig. 11 montre des lobes nets et bien distincts ; mais il n'en est pas ainsi dans la nature : les nombreuses ramifications, tassées et pressées les unes contre les autres, montrent des lobes redressés, plissés, plus ou moins incisés sur le contour et parfois même appliqués sur le dessus de la plante ; par suite, il faut quelque attention pour y reconnaître ce que nous avons exposé, d'autant plus que les bifurcations de la nervure sont masquées par les involucres. De tels thalles, que nous qualifions d'accrescents faute d'une expression plus exacte, peuvent se rencontrer dans la nature.

En outre, les involucres de ces thalles présentent aussi diverses modifications : ils peuvent s'ouvrir largement à leur extrémité (fig. 1, *b)* ou même se transformer en lobes. Dans la figure 1, on prend pour ainsi dire le phénomène sur le fait : on y voit, en *m* et *n*, deux involucres ayant perdu leur forme normale mais qui trahissent leur origine par la courbure *c* et *d* de leur insertion sur la nervure.

2. *Régénération par les nervures.* — Elle est très nette sur les thalles ♂. Quand ces derniers sont à peu près détruits par la sécheresse, la nervure et ses ramifications restent seules vivantes pendant quelque temps encore. Si alors l'humidité survient, chaque bifurcation s'allonge en donnant des lobes et des involucres plus ou moins nombreux : c'est pourquoi l'ensemble forme un thalle nettement bifurqué (fig. 4 et 5) ; nous avons même vu quelques thalles bifurqués deux fois ; on peut aussi en rencontrer naturellement dans les endroits ombragés au printemps ; M. A. Howe (2) avait déjà observé ce fait quand il donne au *S. californicus* ♂ un thalle bifurqué. Le thalle ♂ régénéré présente quelques différences avec le thalle normal primitif. En effet, comme le thalle ♀, il montre des lobes par dessus. La forme de quelques-uns d'entre eux (fig. 4 et 5, *i*, *i*,), forme allongée et rectangulaire, indique aussi que ce sont

---

(1) Douin, Nouvelles observations sur le *Sphaerocarpus*, in *Rev. bryol.* (1909), p. 37 et suivantes.

(1) M. A. Howe, The *Hepaticæ* and *Anthocerotes* of California (1899), p. 65 et pl. 100, fig. 10.

bien des involucres modifiés. De plus, les lobes latéraux sont aussi de véritables feuilles *(a, b, c,* fig. 4 et 5).

3. *Régénération par l'involucre.* — Sur les involucres accidentellement couchés et appliqués sur le sol, on voit certaines cellules se multiplier et donner naissance à de nouveaux thalles. La fig. 6 montre la partie supérieure d'un tel involucre avec trois jeunes thalles.

COMMENT PEUT-ON IDENTIFIER LES THALLES ♂? — Quand plusieurs espèces sont mélangées, ce qui arrive aussi bien en Amérique qu'en Europe et en Afrique, il est souvent bien difficile d'affirmer qu'un thalle ♂ appartient bien à une espèce donnée.

La remarque faite jadis par Douin (1), à propos de l'involucre, se trouve parfois en défaut. Il n'existe qu'un moyen sûr : c'est de choisir des groupes de 4 thalles (2 ♂ et 2 ♀) qui se rencontrent communément à l'automne, de dessiner les thalles ♂ et de cultiver les thalles ♀ jusqu'à la maturité des spores. A ce moment, grâce à ces dernières, on pourra décider avec certitude à quelle espèce on a eu affaire. Les figures 4 et 5 ont été obtenues en cultivant bien isolés des groupes de 4 thalles issus chacun d'une même tétrade de spores.

Quant aux plantes ♀, chez tous les auteurs qui les figurent (2), elles représentent ou des thalles trop jeunes chez Bischoff ou trop âgés et plus ou moins détériorés chez tous les autres.

FORME DE L'INVOLUCRE. — La plupart des auteurs, Haynes, Howe, Stephani, semblent attacher une assez grande importance à la forme de l'involucre pour la distinction des espèces. Si ce caractère est excellent pour les *S. hians* et *stipitatus,* il n'en est plus de même pour les autres espèces et surtout pour nos deux espèces européennes, les seules qui nous soient bien connues : c'est ce que montrent les figures 8 et 9 qui sont à peu près *identiques.* Accidentellement, on pourra même trouver dans les *S. terrestris* et *californicus* des involucres sphériques (fig. 7) comme c'est le cas normal chez le *S. cristatus,* et même des involucres largement ouverts (fig. 1, *b)* comme on le voit chez le *S. hians*. En effet, la forme de l'involucre est *fonction à la fois des conditions externes et de la fructification*. Dans les endroits ombragés, les involucres sont plus longs que dans les lieux ensoleillés. On a vu précédemment que dans les localités très humides, les involucres peuvent devenir largement ouverts, ou même se fendre longitudinalement et se transformer en lobes superficiels. Si l'involucre reste stérile, sa forme est toujours beaucoup plus étroite. *La forme normale de l'involucre*, la seule qui doive être décrite dans la diagnose des espèces, *est réalisée quand la capsule a atteint sa grosseur définitive :* alors l'involucre se moule dessus à sa base (fig. 8 et 9). Quant aux dimensions du thalle et des involucres données parfois avec une précision étonnante dans les descriptions, elles ont encore moins de valeur que la forme de l'involucre, en raison de leur très grande variabilité. Dans nos cultures, les thalles ♀ arrivent à avoir des dimensions 3-4 fois plus grandes que le thalle primitif, jusqu'à 15-20 mm. de diamètre.

---

(1) DOUIN, *loc. cit.,* p. 40 et fig. 7 et 8.

(2) BISCHOFF, Ueber *Sphaerocarpus terrestris,* fig. 6.

C. C. HAYNES, *Sphaerocarpus hians* nov. sp., with a revision of the genus and illustrations of the species (1910), in *Bull. Torrey Club,* p. 25, 26, etc.

K. MÜLLER, *Lebermoose,* I, p. 314, fig. 190.

LES ANTHÉROZOÏDES DES *SPHAEROCARPUS*. — Ils sont relativement très longs, jusqu'à 15-20 μ sans les cils qui ne sont pas figurés dans nos dessins ; ces grandes dimensions permettent de les observer facilement quand ils tourbillonnent dans l'eau de la préparation. En forme de fer à cheval avec un petit renflement à chacune des deux extrémités, on les voit d'abord, immobiles sur le contour des cellules-mères, sous la forme d'un cercle hyalin (fig. 14) ; ensuite, on les observe tournant à l'intérieur de ces cellules (fig. 15) ; puis les parois de celles-ci se déchirent sous leur pression et ils sont mis en liberté. Dans leurs mouvements très vifs, ils conservent généralement la forme d'un fer à cheval (fig. 16) ; les formes représentées dans les figures 17 et 18 sont rares et momentanées car les anthérozoïdes reprennent vite leur forme en fer à cheval.

Chez le *Riella Clausonis*, les anthérozoïdes ont la même forme et à peu près les mêmes dimensions que ci-dessus ; c'est une nouvelle raison en faveur du rapprochement de ces deux genres si différents par le gamétophyte.

QU'EST-CE QUE LE *S. TEXANUS* AUST. ? — L'examen d'une capsule mûre venant de la localité de Chavanes près Chartres a montré (fig. 13) des tétrades de spores ayant les mêmes dessins superficiels que ceux des tétrades du *S. californicus*, mais avec des dimensions deux fois plus petites (70 à 80 μ de diamètre seulement). De plus, ces tétrades réduites paraissaient bien mûres, autant qu'on en peut juger par leur couleur rouge-noirâtre et les séparations nettes des spores vues par transparence à travers l'enveloppe commune. Cette petitesse des spores constitue précisément le caractère essentiel du *S. texanus* d'après le créateur de cette espèce. Le *S. texanus* est-il une bonne espèce ou est-il une forme du *S. californicus*, comme l'affirme C. C. Haynes (1)? — Une vérification sûre s'imposait. Le thalle portant les spores réduites dont il vient d'être question a été soigneusement isolé et cultivé à part, pour en examiner les capsules au fur et à mesure de leur maturité. Les spores de ces dernières capsules avaient bien les dimensions de celles du *S. californicus* comme nous l'avons vérifié. Cette observation résout définitivement la question du *S. texanus* qui n'est qu'une forme anormale du *S. californicus* à spores réduites probablement par la sécheresse.

Spores. — Les spores présentent encore d'autres variations dans nos deux espèces européennes.

1. *S. terrestris*. — Normalement, chez cette espèce, les tétrades montrent des pointes nombreuses et aiguës aux points de contact des alvéoles superficielles ; cependant on trouve çà et là des tétrades de spores paraissant bien mûres qui n'ont que des saillies peu accusées et plus ou moins arrondies ; mais ces formes sont rares et semblent anormales.

2. *S. californicus*. — Les cavités alvéolaires et superficielles de la tétrade dans les formes normales sont limitées par des lamelles plus ou moins papilleuses avec des saillies peu accusées aux points de contact des alvéoles ; de plus la couleur est jaune-rougeâtre et les alvéoles, grandes et peu nombreuses, sont très visibles, ce qui n'a pas lieu dans la premiere espèce. Pourtant, çà et là et assez communément, les spores peuvent devenir aussi noires que chez le *S. terrestris* et en même temps *très épineuses* (fig. 12). Les saillies épineuses forment de grosses dents irrégulières et papilleuses. Les formes intermédiaires entre les deux formes signalées ne sont pas rares, ce qui montre qu'elles ne sont pas spécifiquement distinctes.

Embryologie. — Le développement du sporogone des *Sphaero-*

---

(1) C. C. Haynes *loc. cit.*, p. 223-225.

carpus a déjà été exposé par Petounnikow (1) sans figures et par Kienitz-Gerloff avec de nombreuses figures (2); mais il n'y a pas accord complet entre ces deux auteurs en ce qui concerne les premiers cloisonnements de l'œuf et ce qu'ils deviennent.

Petounnikow dit que l'œuf se divise en 2 cellules superposées : la supérieure donnant la capsule et l'inférieure le pédicelle.

Kienitz-Gerloff, tout en inclinant à regarder ce fait comme probable, laisse au lecteur le soin de voir si c'est exact en suivant le développement du sporogone exposé par lui. Il dit que dans les plus jeunes embryons qu'il a examinés, le sporogone est déjà formé de 4 cellules superposées.

Dans les préparations de R. Douin, les sporogones de 2 cellules ne sont guère plus rares que ceux de 4 cellules ; mais la suite du développement, comme l'a constaté aussi Kienitz-Gerloff est assez variable. Tout ce que nous en pouvons dire confirme ce qu'avait vu Petounnikow.

L'œuf, de forme ovoïdo-conique (fig. 19 et 20), se divise par une cloison transversale en 2 cellules superposées (fig. 21 et 22) : la supérieure arrondie donnera la capsule, et l'inférieure conique le reste du sporogone. Ensuite, chacune des 2 cellules précédentes se divise encore en 2 cellules superposées (fig. 23 et 24) : cela forme le premier stade du développement vu et figuré par Kienitz ; mais, c'est en réalité le deuxième : la cellule *a* (fig. 24) donnera le pédicelle tandis que la cellule *b* produira la racine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 16

Fig. 1. — Une des ramifications périphériques d'un thalle ♀ accrescent vue en dessus : *a*, involucre normal ; *b*, involucre largement ouvert au sommet ; *m*, *n*, involucres anormaux ouverts en avant et en train de devenir des lobes superficiels ; *e*, lobe isolé et en forme de vraie feuille à insertion oblique en V.

Fig. 2. — Autre ramification périphérique d'un thalle ♀ accru, vue en dessous et correspondant à la partie située au-dessus de *s* ou de *u* dans la fig. 11 : *a*, lobe moyen situé entre les deux nervures et en train de se diviser ; *m*, *n* représentent les extrémités de ces nervures avec de petits lobes rudimentaires et des poils spéciaux ; ces extrémités sont le point de départ d'une nouvelle bifurcation identique à celle qui est figurée ; *c*, *b*, deux lobes ou feuilles superposées.

Fig. 3. — Partie *n* plus détaillée de la figure précédente : *a*, *d*, lobes principaux

représentés par les mêmes lettres dans la figure 2 ; entre *a* et *d* se voient quatre petits lobes sur lesquels on a tracé des hachures ; au-dessous 4 poils dont la cellule supérieure hyaline se gélifie pour lubréfier le point végétatif.

---

(1) Petounnikow, in *Bull. de la Soc. bot. de France* (1867), p. 137-142.

(2) Kienitz-Gerloff, Neue Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des *Lebermoos-Sporogoniums*, in *Bot. Zeitung* (1875), p. 795 à 798 et pl. 9, fig. 17 à 25.

Fig. 4. — Thalle ♂ régénéré et bifurqué du *S. californicus : m,* nervure primitive du thalle avec ses deux parties *n, n,* qui ont régénéré le thalle ; *b, c,* lobes superposés comme *b* et *c* dans la figure 2 ; *i, i, i,* lobes superficiels ayant conservé la forme de l'involucre qui leur a donné naissance ; au-dessus, involucres ♂ normaux : les lobes inférieurs du thalle primitif sont détruits.

Fig. 5. — Thalle ♂ également régénéré et bifurqué du *S. terrestris :* à la base détériorée du thalle primitif se voient encore quatre involucres ; *a, b, c,* lobes superposés non distincts de vraies feuilles ; *i, i, i,* involucres transformés en lobes superficiels ; au-dessus, involucres avec anthéridies à leur base.

Fig. 6. — Partie supérieure d'un involucre ♀ appliqué sur la terre et ayant donné naissance à trois jeunes thalles dans sa partie supérieure.

Fig. 7. — Involucre à peu près sphérique du *S. californicus.*

Fig. 8. — Involucres de la même espèce et plus normaux : l'involucre moyen *a* renferme une capsule mûre, les deux autres sont plus jeunes ou stériles.

Fig. 9. — Trois involucres à peu près identiques aux trois précédents et appartenant au *S. terrestris.*

Fig. 10. — Schéma représentant le thalle normal issu de la spore du *Sphaerocarpus :* on y voit la nervure bifurquée et la base des involucres ; ce thalle n'a que trois lobes principaux avec deux autres plus petits au sommet des nervures.

Fig. 11. — Schéma d'un thalle accrescent du *Sphaerocarpus : a, a, a, a, a,* représentent les cinq lobes principaux du thalle primitif sur lequel la nervure s'était bifurquée deux fois ; dans les parties accrues, on observe encore deux autres bifurcations, ce qui produit seize nervures dans la périphérie ; *a, b, c,* lobes ou feuilles.

Fig. 12. — Tétrade de spores très épineuse du *S. californicus* mais de grosseur normale.

Fig. 13. — Tétrade de spores de la même espèce mais anormale par sa petitesse (même grossissement).

Fig. 14 à 18. — Anthérozoïdes du *Sphaerocarpus :* dans 14, l'anthérozoïde est inclus dans la cellule-mère ; en 15, il est libre à l'intérieur, en 16, il en est sorti ; 17 et 18 représentent des formes exceptionnelles.

Fig. 19. — Oosphère fécondée à l'intérieur de l'archégone ; en dehors se voit l'involucre encore très réduit.

Fig. 20. — Autre oosphère fécondée mais isolée.

Fig. 21. — Premier stade de la division de l'œuf en deux cellules superposées.

Fig. 22. — Même état du sporogone ; mais ce dernier est entouré par l'archégone ou coiffe et par l'involucre.

Fig. 23 et 24. Deuxième stade du développement du sporogone.

GROSSISSEMENTS :

Fig. 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 : 15 à 20 diamètres.

Fig. 6 : 30 diamètres environ.

Fig. 3, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23 et 24 : 190 diamètres.

Fig. 14, 15, 16, 17 et 18 : 1600 à 1800 diamètres.

AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION

DANS LES

GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM*

par M. Pierre LESAGE

(suite)

J'ai songé aussi à employer l'éther ordinaire et j'y ai mis des graines d'un an ; voici le relevé du nombre des graines germant, sur 10, après des séjours assez différents dans cet éther ordinaire.

DURÉE DU		NOMBRE DES GRAINES GERMÉES SUR 10 GRAINES SEMÉES
SÉJOUR DANS L'ÉTHER ORDINAIRE	SEMIS	
44 heures	12 jours.	10
14 jours.	6 —	10
48 —	6 —	8
192 —	11 —	0
293 —	17 —	0

D'après ces tableaux, l'action de l'éther de pétrole et l'action de l'éther ordinaire sont très différentes. J'ai cherché à me rendre compte de la différence, d'abord par l'étude des liquides dans lesquels j'avais mis des graines, pour voir s'ils ont dissous quelque chose de ces graines.

A ce point de vue, j'ai trouvé tout de suite une différence marquée, indiquée par ce fait que l'éther ordinaire tachait le papier de bonne heure. Voici, d'autre part, une comparaison entre l'alcool absolu, l'éther de pétrole et l'éther ordinaire dans lesquels des graines ont séjourné assez longtemps.

LIQUIDES D'IMMERSION	DURÉE DE L'IMMERSION	PAPIER TREMPÉ DANS CES LIQUIDES PUIS DESSÉCHÉ
Alcool absolu. . . .	93 jours	Non taché.
Éther de pétrole. . .	110 —	Non taché.
Éther ordinaire. . .	48 —	Taché.

Alors que l'alcool absolu et l'éther de pétrole n'ont pas dissous de matières grasses, l'éther ordinaire en a dissous, il a attaqué les graines, et ce doit être là l'une des causes de la non-germination de ces graines après un certain séjour dans cet éther.

J'ai voulu voir l'attitude de l'éther de pétrole en y mettant des graines entières et des graines pulvérisées. Voici un essai comparatif dans lequel 3 grammes de graines entières et 3 grammes de graines pulvérisées ont été mis séparément dans 50^{cc} d'éther de pétrole. Après 20 jours, 10^{cc} des liquides d'immersion ont été mis à évaporer et ont donné les résultats suivants : pas de résidu pour les graines entières et 0^{gr}, 129 pour les graines pulvérisées, ce qui fait du 21, 5 °/₀ $\left[\frac{0,129 \times 5 \times 100}{3} = 21,5\right]$

Il ressort de là que l'éther de pétrole que j'ai employé dans mes expériences peut dissoudre des quantités assez considérables de la matière des graines pulvérisées et ne peut en dissoudre des graines entières, parce qu'il y a une barrière entre cet éther de pétrole et l'intérieur de la graine, barrière qui n'existe pas ou qui ne subsiste que peu de temps entre l'éther ordinaire et l'intérieur de la graine.

Ceci pourra servir à rechercher la nature de cette barrière en s'aidant de ce que nous avons vu pour les solutions alcooliques plus ou moins diluées et l'alcool absolu.

Ces résultats pourront encore trouver leur emploi dans la discussion que laisse entrevoir le début de ce chapitre.

Essai des graines dans diverses solutions salines.

Le premier essai a été fait avec 8 solutions de NaCl préparées en partant de la solution saturée (S. S) entre 15 et 20° et la diluant à 1/2, 1/4... 1/128.

J'ai mis 200 graines dans 30^{cc} de ces liqueurs et j'ai fait des prélèvements successifs de 10 graines qui ont été mises à germer sur mince couche d'eau de source. Voici un tableau qui donne le nombre des germinations sur 10 graines semées, après 6 prélèvements.

DURÉE DU SÉJOUR DANS LES SOLUTIONS	S.S	$\frac{S.S}{2}$	$\frac{S.S}{4}$	$\frac{S.S}{8}$	$\frac{S.S}{16}$	$\frac{S.S}{32}$	$\frac{S.S}{64}$	$\frac{S.S}{128}$
30 jours. . .	1	0	0	4	9	6	1	5
18 — . . .	5	0	0	5	8	9	6	10
12 — . . .	7	1	4	7	9	8	7	9
8 — . . .	9	2	3	8	10	10	9	9
3 — . . .	10	10	9	10	9	10	10	10
1 — . . .	10	10	10	10	10	10	10	10

Ce tableau est disposé de manière à faire entrevoir qu'il y aurait une courbe des limites de germination, et ce que serait cette courbe en la construisant avec les temps de séjour dans les solutions pour ordonnées et les dilutions pour abscisses.

C'est une courbe comparable à celle que nous avons vue pour les solutions alcooliques. Nous y reviendrons. Alors l'idée m'est venue d'essayer l'action de solutions salines diverses et mon choix s'est arrêté sur les chlorures, les nitrates et les sulfates de Na, K, et AzH^4 ; en tout 9 sels ; avec 10 solutions différentes pour chaque sel, cela faisait 90 solutions et représentait un travail considérable avec les immersions et les semis que je n'ai tenté qu'à une période de liberté complète, en août et septembre 1912. Ce travail chargé n'a pas été fait sans des difficultés diverses que j'ai surmontées ou tournées au cours des expériences ; les résultats doivent se ressentir des imperfections de la méthode et ne peuvent être considérés que comme approximatifs. Malgré cela, ils m'ont paru assez intéressants pour que je les fasse connaître. (1) C'est encore ce que je me propose de faire ici avec quelques détails supplémentaires.

Pour la confection des solutions des 9 sels, j'ai pris comme point de départ, pour chaque sel, la solution contenant la quantité de sel soluble dans 100^{cc} d'eau à 15°, pensant que, à cette époque de l'année, je n'aurais pas de température inférieure à 15°. En réalité, le relevé des températures m'apprend que ces températures ont varié de 15 ou 16° à 19 ou 20°, dans la salle où j'ai fait les expériences ; donc mes prévisions étaient bonnes à ce point de vue. Ensuite j'ai étendu chaque solution initiale à 1/2, 1/4... 1/512, ce qui, pour chaque sel m'a fourni 10 solutions dont je pouvais calculer la dilution relative, la dilution absolue, le nombre de molécules-grammes par litre.

---

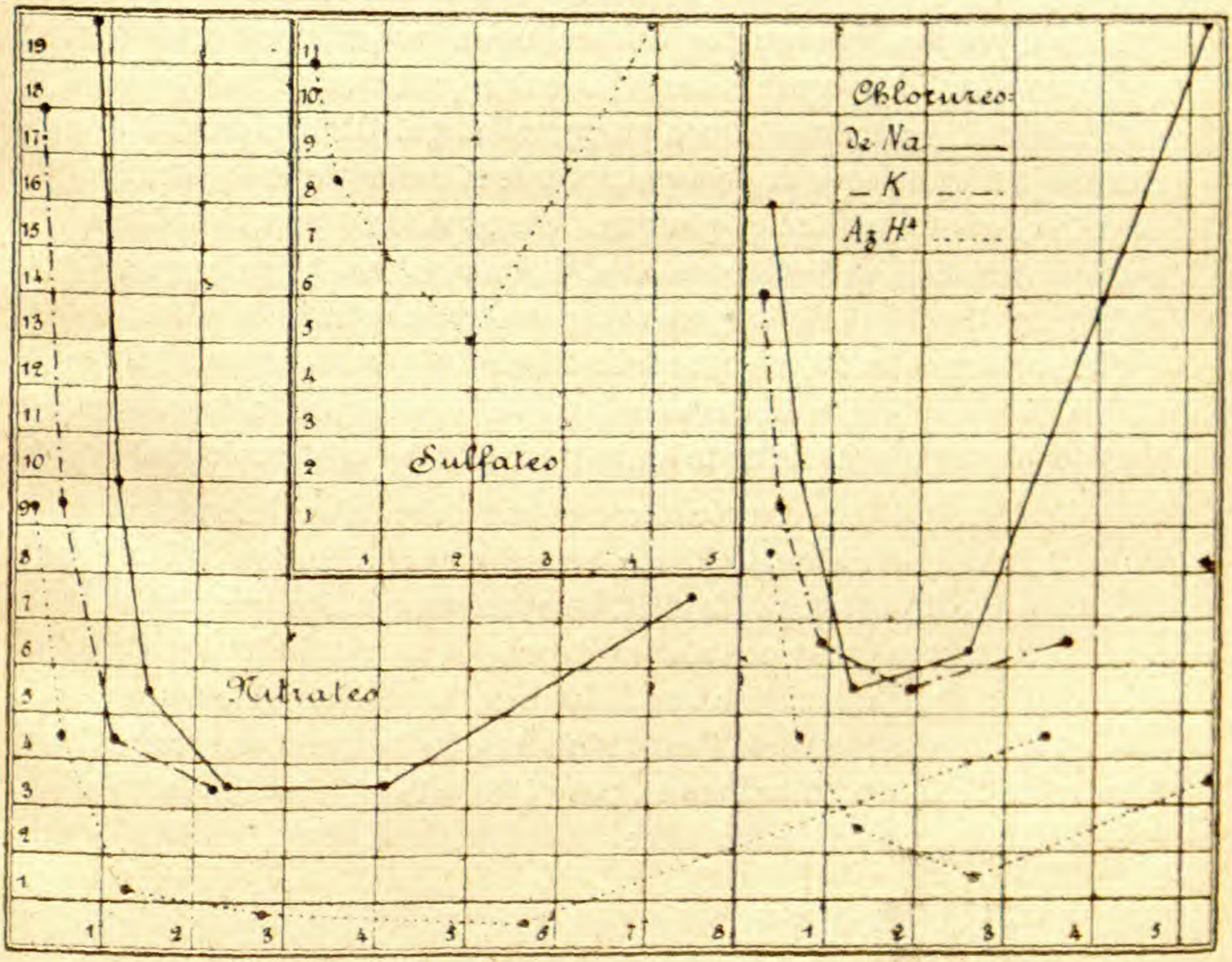
(1) PIERRE LESAGE. Sur la courbe des limites de la germination des graines après séjour dans les solutions salines. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, 17 février 1913).

J'ai fait une longue série d'expériences qui a pris plus de 30 jours, et des séries complémentaires pour me procurer des détails. Je me contenterai d'indiquer les résultats d'ensemble.

Dans la série principale, j'ai mis 300 graines dans chaque solution et j'ai fait des prélèvements tous les jours, au début, et tous les 2 ou 3 jours vers la fin. A chaque prélèvement j'enlevais 10 graines que je lavais et semais ensuite sur mince couche d'eau de source. Comme ces opérations prenaient un certain temps, je les faisais toujours dans le même ordre pour les chlorures, les nitrates et les sulfates afin d'avoir une différence le plus faible possible de séjour dans les solutions d'un même groupe et rendre les résultats comparables. J'observais les semis et je notais le nombre des germinations après une dizaine de jours, ainsi que des détails que je laisserai de côté pour le moment. J'ai rapproché les nombres de graines germées, pour chaque sel, en 9 tableaux comprenant chacun 10 colonnes, représentant, de gauche à droite, les concentrations décroissantes, une colonne pour chaque solution, et les temps de séjour des graines comptés de bas en haut. L'inspection de ces tableaux indique, pour chaque sel, que les limites de la germination peuvent former une courbe comparable à celle que nous avons déjà entrevue pour le NaCl et que nous avons étudiée pour les solutions alcooliques. Cette courbe serait concave vers le haut et présenterait 3 points intéressants : un point A correspondant à la limite de temps de séjour au-dessus de laquelle la germination des graines ne se ferait plus et au-dessous de laquelle la germination se ferait encore après prélèvement dans la solution la plus concentrée ; un point B qui correspondrait à la limite de durée du séjour dans toutes les solutions, au-dessous de laquelle la germination se ferait toujours, et au-dessus de laquelle la germination ne se ferait plus, au moins pour une solution ; et enfin un point C correspondant à la limite de concentration au-dessous de laquelle la germination se fait dans les solutions salines elles-mêmes et au-dessus de laquelle elle ne se fait plus dans ces solutions. Je ne vois pas la nécessité de reproduire ces tableaux ; mais il m'est possible de les résumer dans un unique tableau donnant les courbes pour 20 jours d'immersion des graines. Ce tableau se décompose en trois parties : une pour les nitrates, une pour les sulfates et une pour les chlorures. Chaque courbe est construite en prenant pour ordonnées les temps de séjour dans les solutions, et pour abscisses, les concentrations exprimées en molécules-grammes par litre, ce qui fait que le point C est à gauche et que le point A est à droite.

Pour les nitrates, j'ai légèrement déplacé la courbe du nitrate de sodium vers la droite et la courbe du nitrate d'ammonium vers la gauche pour dégager celle du nitrate de potassium.

Pour les sulfates de Na et de K, je n'ai pas de courbe parce que les germinations se faisaient encore après plus de 20 jours d'immersion dans les solutions.



Remarquons que toutes ces courbes, à part une, sont nettement concaves vers le haut et montrent l'allure générale présentée par les solutions alcooliques et par les solutions de NaCl.

Une courbe semble faire exception, celle du nitrate de potassium ; mais on peut penser que cette exception n'est qu'apparente. En effet, la solubilité de ce sel est très faible à 15° et la courbe se trouve limitée de bonne heure par cette solubilité ; si la solubilité avait été plus grande, on aurait peut-être pu constater un relèvement de la courbe des limites vers la droite et voir que cette courbe est encore nettement concave vers le haut.

Je pense que plusieurs points intéressants pourraient être envisagés dans la comparaison de ces courbes ou des observations qui ont permis de les établir. Je me contenterai de m'arrêter à deux, en considérant la force osmotique des solutions. D'abord il saute aux yeux, par l'inspection des courbes, que si cette force osmotique joue un rôle dans les phénomènes que nous étudions, elle est loin de les diriger uniquement dans l'ensemble, puisque nous sommes loin de la superposition des courbes construites en prenant pour abscisses les concentrations exprimées en molécules-grammes ou en fractions de molécules-grammes et non en pourcentage. D'autre part, il est cependant assez curieux de constater que la limite de concentration en fractions de molécules-grammes correspondant au point C, est assez voisine pour les divers sels. Il en résulterait que la germination ou les débuts de la germination des graines dans les solutions elles-mêmes se trouveraient sous la dépendance presque immédiate de la force osmotique de ces solutions. Voilà pourquoi je crois utile de donner un tableau de cette limite pour tous les sels employés.

C'est surtout dans des séries complémentaires d'expériences que j'ai cherché à préciser cette limite, sans avoir la prétention de l'avoir obtenue rigoureusement. En effet, en constatant que la germination se faisait encore dans une solution donnée et ne se faisait plus dans la solution de concentration immédiatement supérieure dans la série des solutions employées, j'en déduisais que la limite se trouvait entre les deux concentrations et, pour établir le tableau suivant, j'ai tout simplement pris la moyenne.

NOM DU SEL	POIDS DE SEL DISSOUS DANS 1000^{cc} DE LA SOLUTION	FRACTION DE MOLÉCULE-GRAMME
$Na\,Cl$.	entre 37^{g},5 et 18^{g},75	entre 0,64 et 0,32 moyenne 0,48
$K\,Cl$	— 34,42 — 17, 21	— 0,46 — 0,23 — 0,34
$Az\,H^4\,Cl$ . . .	— 35,56 — 17, 78	— 0,67 — 0,33 — 0,50
$AzO^3\,Na$ . . .	— 36,17 — 18, 08	— 0,42 — 0,21 — 0,31
$AzO^3\,K$. . . .	— 55,82 — 27, 91	— 0,55 — 0,27 — 0,41
$AzO^3\,Az\,H^4$. .	29,07	0,36
$SO^4\,Na^2 + 10aq$	— 141,19 — 70, 59	— 0,43 — 0,21 — 0,32
$SO^4\,K^2$. . . .	— 96,36 — 48, 18	— 0,55 — 0,27 — 0,41
$SO^4\,(Az\,H^4)^2$. .	— 65,12 — 32, 56	— 0,49 — 0,24 — 0,37

Bien qu'approximatifs les nombres de la dernière colonne sont intéressants parce que voisins et surtout capables d'être plus rapprochés encore étant donnée la manière dont ils ont été établis. En effet, si on prend une moyenne générale $\frac{3,5}{9} = 0,388$, cette moyenne générale reste comprise entre les nombres qui ont fourni la moyenne particulière pour chaque sel, de telle sorte qu'en la prenant pour moyenne particulière pour tous les sels, on n'est pas nécessairement en dehors de la vérité.

Quoi qu'il en soit de cette manière de manipuler les chiffres pour leur faire dire ce qu'on désire, il reste vrai que la limite envisagée est bien voisine pour tous les sels et que, dans l'interprétation des phénomènes, il faut, ici, certainement considérer la force osmotique des solutions qui pourrait être utilisée à la reconnaissance de la force osmotique de la graine elle-même.

Mes expériences, jusqu'à ce jour, ne me permettent pas de m'étendre davantage sur le sujet, parce que je ne suis pas suffisamment documenté et parce que, d'autre part, comme je ne l'ai pas dissimulé, la méthode que j'ai employée dans les expériences précédentes présente des imperfections, des causes d'erreur que je n'ai pu éviter, mais que j'ai cherché à reconnaître pour les corriger dans la suite, s'il était possible.

Parmi ces défauts, je signalerai les prélèvements successifs des graines d'un même flacon, les semis sur mince couche d'eau et l'immersion prolongée des graines dans les solutions et même dans l'eau de source. Arrêtons-nous un instant à ces défauts et aux moyens de les éviter dans la mesure du possible.

Prélèvements successifs.

Plusieurs inconvénients résultent des prélèvements successifs des graines d'un même flacon. J'en ai déjà indiqué pour les solutions alcooliques : dégâts possibles dans les graines qui restent après chaque prélèvement, comme conséquence de leur manipulation plus ou moins maladroite ; évaporation à chaque ouverture plus ou moins longue du flacon et, dans le cas des solutions alcooliques, dilution de ces solutions. Pour les solutions salines, les mêmes inconvénients peuvent se rencontrer : mauvais traitement des graines ; évaporation s'accompagnant alors de la concentration de la solution. Je signalerai encore un autre inconvénient ; à chaque ouverture du flacon, on introduit ou on peut introduire des spores qui, en germant sur la solution, y développent des moisissures qui peuvent changer la nature de la solution, maltraiter les graines ou, en tout cas, troubler plus ou moins profondément les expériences. On peut obvier à ces inconvénients en ne faisant qu'un seul prélèvement par flacon. Avec cette méthode les résultats des expériences seront plus sûrs ; mais elle complique beaucoup le travail et nécessite un matériel considérable, lorsque l'opération exige une longue série de termes et des semis répétés un grand nombre de fois. En outre il faut soigner la fermeture des flacons ; le cas des graines mises dans l'éther de pétrole le 3 février 1912 et trouvées, en 1916, dans un flacon paraissant bien fermé au liège, mais ne contenant plus ou presque plus d'éther, souligne impérieusement ce conseil. La recherche d'une fermeture hermétique n'a pas marché à ma plus grande satisfaction. J'ai employé de petits flacons à large ouverture et bouchons de verre rodés et lutés ; mais le lut m'a causé des ennuis. Jusqu'à présent, la paraffine m'a paru présenter moins d'inconvénients que d'autres corps.

Semis des graines. Germoirs.

Pour faire germer des graines on peut les semer de plusieurs manières ; mais ces manières sont très inégalement bonnes. Bien souvent je faisais, comme je l'ai dit, des semis sur mince couche d'eau de source. J'ai eu des ennuis tenant à la manière de faire. Pour les graines jeunes, bien conformées, n'ayant subi aucune manipulation capable de les modifier, la germination se fait bien ; mais, pour les graines âgées, pour les graines jeunes ayant séjourné dans des milieux capables de les modifier plus ou moins, la germination se fait mal, plus mal que dans d'autres conditions comme j'ai pu m'en rendre compte dans diverses expériences. J'en signale une, faite avec des graines de 2 ans et des graines de 7 ans, mises à germer dans 4 conditions différentes : dans la mousse humide, dans du terreau humide, entre buvards humides et sur mince couche d'eau de source. Voici un tableau qui donne le nombre des graines germées sur 20 graines semées après 12 jours de semis.

AGE DES GRAINES	MOUSSE	TERREAU	BUVARDS	SUR EAU
7 ans	5	2	12	?
2 ans	20	20	20	20

D'après ces expériences, il vaudrait mieux essayer la germination des graines entre des feuilles humides de papier buvard. Ajoutons que, dans certains cas, quand la germination ne se fait pas entre buvards humides, on peut encore la provoquer quelquefois sur mince couche d'eau oxygénée convenablement diluée, je reviendrai à ces cas.

Immersion prolongée des graines.

En examinant les notes et les tableaux qui résument les expériences faites avec les solutions alcooliques, les solutions salines, on voit que, après un certain séjour des graines, celles-ci ne germaient plus, même au sortir des liqueurs diluées au sein desquelles la germination pouvait commencer et même au sortir de l'eau de source. C'est là que se trouve un gros inconvénient qui rendait difficile la recherche du point C. J'ai cherché à connaître, dans une certaine mesure, les causes de cette perte de la faculté germinative.

Théoriquement on peut penser que la germination dans les liquides se trouve limitée à la quantité d'oxygène dissoute dans ces liquides. La mort de l'embryon pourrait se concevoir de la manière suivante : la germination commence, grâce à l'oxygène dissous et, quand cet oxygène est consommé, l'embryon ayant repris la vie active, mais privé d'oxygène, se trouve asphyxié assez rapidement et tué. On peut ajouter à cela que les graines exosmosent des produits plus ou moins toxiques et que, si elles ne sont pas stérilisées, dans un milieu non stérilisé, il s'y développe des organismes inférieurs qui nuisent considérablement à ces graines. Même stérilisées, immergées dans l'eau stérilisée les graines laissent sortir des corps qu'on retrouve dans le liquide ambiant : sucres réducteurs, alcool, aldéhyde éthylique (1). Ces corps influencent non seulement la germination dans le liquide, mais aussi la germination des graines quand celles-ci sont sorties des liquides. Pour des matériaux non stérilisés, la situation se complique de la présence des organismes inférieurs.

Expérimentalement, j'ai cherché aussi en immergeant un même nombre de graines dans l'eau de source en quantité variable et dans des conditions différentes. Je signalerai quelques points relevés dans cette recherche. Dans une série assez longue d'expériences, j'ai immergé 10 graines jeunes de *Lepidium sativum* dans de l'eau de source contenue dans des tubes de verre de diamètre variant de 8 à 30 m/m., et en contenant des quantités variant de 1 cc. à 30 cc. Voici, pour quelques termes, l'observation faite après 24 jours d'immersion dans 3 cc. d'eau dans des tubes de verre, à fond plat, ayant un diamètre de 8, 22, 30 m/m, et où la hauteur d'eau était, par conséquent, à peu près de 60, 8, 4 m/m. La germination avait commencé partout, mais s'était arrêtée ou était retardée par comparaison avec un témoin où des graines avaient été semées sur très mince couche d'eau. Nous pouvons nous en rendre compte par le tableau suivant où sont données les dimensions de la plantule après ces 24 jours d'immersion des graines, dimensions qui sont représentées par R + H désignant l'hypocotyle plus la racine ou simplement la racine.

DIAMÈTRE DES TUBES	$8^{m}/^{m}$	$22^{m}/^{m}$	$30^{m}/^{m}$	TÉMOIN
Hauteur d'eau .	$60^{m}/^{m}$	$8^{m}/^{m}$	$4^{m}/^{m}$	$2^{m}/^{m}$
R + H.	1/2 à $1^{m}/^{m}$	$15^{m}/^{m}$	$70^{m}/^{m}$	$80^{m}/^{m}$

On y voit de très grosses différences. Comment les expliquer ?

---

(1) Voir *Chimie végétale* de G. André, 2e édition, 1914, pp. 310, 311, 312, 384 etc.

Le nombre des graines était le même, 10 ; l'eau, prise dans le même récipient, contenait, au début, de l'oxygène en quantité égale dans le même volume, 3 cc. ; dans ces conditions, on peut croire que si les graines n'ont pas germé de la même manière, cela ne tient pas à l'oxygène mis à leur disposition au commencement de l'expérience. Faut-il invoquer la diffusion de l'oxygène au travers de la couche d'eau plus ou moins épaisse qui sépare les graines de l'air ? Il est bon d'en tenir compte ; mais il ne faut pas en abuser et je ne crois pas qu'il y ait lieu d'en faire grand cas, ici, car, d'après d'autres essais, il semble bien que, pour les tubes étroits, de même diamètre, les graines s'y conduisent de la même manière, au point de vue considéré, quelle que soit la hauteur de l'eau quand celle-ci dépasse une certaine épaisseur. C'est ainsi que, dans la même série d'expériences, pour des tubes de 16 m/m de diamètre, les graines immergées dans l'eau ont plus ou moins commencé à germer et l'indication ci-dessus se trouve révélée par les résultats. En effet, sous 8 m/m d'eau, ces graines ont donné naissance à des plantules dont R + H varie de 12 à 15 m/m, tandis que, sous 22, 36, 70 et 95 m/m d'eau, elles n'ont sorti que 1 à 2 m/m de racine. Cela veut dire que la germination a été arrêtée au même point dans les quatre derniers cas.

Avec des tubes de 8 m/m de diamètre, la germination s'est arrêtée à la sortie de 1/2 à 1 m/m de racine sous 20 et 60 m/m d'épaisseur d'eau.

En revanche, dans des tubes de 30 m/m de diamètre, sous 4 m/m d'eau, la germination a donné R + H = 70 m/m et s'est faite presque comme pour le témoin ; elle s'est ralentie sous des épaisseurs d'eau plus grandes, c'est ainsi que les plantules ont développé R + H en diminuant de 20 m/m à 10 et à 8 m/m sous 55 m/m d'eau, mais elles ont été toujours plus avancées que dans les cas précédents.

Evidemment, pour expliquer ces différences, il est bon de tenir compte du volume total de l'eau, pour l'oxygène qu'il apporte ; mais le diamètre des tubes s'impose à l'esprit et l'ébauche d'une explication apparaît de la manière suivante :

Les 10 graines vont au fond de chaque tube où elles s'entassent; là elles exosmosent et les produits de l'exosmose, plus ou moins toxiques, qu'on peut imaginer à peu près en même quantité puisqu'il y a le même nombre de graines dans les divers tubes, s'accumulent autour de ces graines, dans un espace d'autant plus petit que le diamètre du tube est lui-même plus petit, de telle sorte que le liquide ambiant est le plus riche en ces produits dans les tubes qui sont les plus étroits. Il doit en résulter une action plus grande, plus rapide sur la germination.

Ainsi donc, les graines immergées dans l'eau de source commencent à germer, la germination y est plus ou moins ralentie ou même arrêtée ; mais ce n'est pas tout. Dans certains cas, sous la dépendance de plusieurs facteurs dont il faut retenir la durée de l'immersion, l'embryon est tué, la germination ne peut plus se faire. C'est ainsi que, parmi les graines des tubes de 8 m/m de diamètre, ayant sorti 1 m/m de racine, ayant été retirées après l'immersion de 24 jours, lavées et semées sur très mince couche d'eau, certaines ont repris à germer, et d'autres n'ont manifesté aucune activité nouvelle après 15 jours de semis.

De ce qui vient d'être dit je retiendrai deux points :

1° Certaines graines peuvent reprendre à germer après 24 jours d'immersion et sûrement après plusieurs jours d'arrêt de la germination ; je reviendrai à ce point intéressant.

2° Des graines peuvent être tuées par une immersion de 24 jours dans l'eau de source et probablement par une immersion de moins longue durée. Il doit en être vraisemblablement autant pour les solutions ou, au moins, pour certaines d'entre elles.

La conséquence à tirer de là, c'est qu'il est prudent de tenir compte des limites de la germination après séjour des graines dans l'eau de source quand on veut interpréter raisonnablement les résultats obtenus après immersion dans les solutions et régler la durée des immersions.

Toutefois il ne faudrait pas abuser de cette conséquence et ne tenir compte que de l'attitude des graines, dans l'eau de source, parce que certains corps peuvent intervenir, dans leurs solutions, de diverses manières, et modifier plus ou moins considérablement les conditions de germination ou de conservation de la faculté germinative, comme nous le savons déjà par plusieurs des cas que nous avons passés en revue précédemment.

Essai des graines dans l'air humide.

Ayant étudié la germination des graines de *Lepidium sativum* dans des rapports divers avec l'eau, il devait venir à l'esprit de rechercher la germination dans l'air humide, c'est ce que j'ai fait. Mais le sujet est assez délicat par plusieurs côtés. En effet il y a à craindre le développement rapide des moisissures dont les germes sont apportés par les graines elles-mêmes et par le matériel employé ; c'est assez difficile de bien stériliser les graines sans les maltraiter et on n'est pas toujours sûr du matériel même stérilisé au préalable, parce que des manipulations nécessaires, mais faites avec plus ou moins de maladresse, peuvent annuler la stérilisation primitive. D'autre part comme il m'était difficile d'opérer à une température constante, pour plusieurs motifs, il ne m'était pas possible d'éviter le reproche que l'on fait à ces sortes d'expériences : la température étant variable, il se fait des condensations et ce n'est plus dans l'air humide que peuvent se trouver les graines. J'ai d'ailleurs constaté ces condensations pour d'assez faibles variations de température. Malgré ces inconvénients, j'ai essayé cette germination dans des conditions qui présentaient les défauts que je viens de signaler, défauts que j'ai cherché à atténuer le plus possible sans les avoir fait disparaître complètement. Ce que j'aurai fait ne prétend donc point à la perfection, mais les résultats peuvent quand même être intéressants, c'est pourquoi j'ai tenté les expériences et je crois bon de faire connaître ces résultats.

Je ne dirai rien des tâtonnements du début et j'indique tout de suite le mode opératoire que j'ai utilisé le plus souvent. Je mettais les graines sur des disques de liège flottant sur l'eau contenue dans une boite cylindrique en verre, avec couvercle à rainure rôdée et vaselinée pour établir une fermeture hermétique qui pouvait permettre de supposer que l'air de cette boîte était saturé de vapeur d'eau au bout de peu de temps quand le liquide était de l'eau distillée. Le disque de liège avait la forme tronconique à petite base supérieure concave pour recevoir les graines, et était évidé sur les côtés pour éviter l'arrivée de l'eau à la partie supérieure, par capillarité, quand le flotteur se trouvait au contact de la paroi interne de la boîte de verre ; enfin ce flotteur était paraffiné par une assez longue immersion dans la paraffine fondue ; quelquefois, par surcroît de précaution je le flambais après l'avoir trempé pendant quelque temps dans l'alcool.

Quant aux graines, je les ai employées à l'état ordinaire sortant du sachet de papier où elles étaient conservées, ou après immersion dans l'alcool absolu ou dans l'éther de pétrole pendant des temps variables.

Enfin j'ai utilisé l'eau distillée pour avoir un état hygrométrique égal à 1 et, dans certains cas, des solutions de Na Cl qui me donnaient un état hygrométrique E. H, voisin de 1, mais légèrement inférieur : 0,98 ; 0,97 ; 0,97 ; 0,95.

A ce sujet disons tout de suite, pour n'y plus revenir, que j'ai eu des germinations à E H = 1 et que je n'en ai pas obtenu à E H = 0,98 ou 0,97 etc..., c'est-à-dire que la germination ne se faisait pas à un état hygrométrique inférieur à 1, dans ma série.

En me limitant aux semis sur flotteurs dans des boîtes contenant de l'eau distillée, j'ai été amené à saisir quelques indications qui peuvent être utilisées et sont intéressantes.

La température devait intervenir pour varier les résultats, dans ces expériences ; c'est ce que je crois avoir constaté pour des variations assez faibles au-dessous de l'optimum. Dans une première série, je n'ai pas vu de germination après 67 jours pendant une période où la température a été presque toujours au-dessous de 20° ; dans une seconde série, à peu près à même température, une graine sur 20, a commencé à germer dans l'une des dix boîtes de la série. En revanche, à la température de 22° ou très voisine, j'ai pu obtenir des germinations nombreuses et quelquefois la germination de toutes les graines dans une même boîte, et dans un temps relativement court.

Je n'ai pas suivi le développement ultérieur des plantules dans l'air humide pour des motifs très divers ; je me suis limité à constater la germination ou les débuts de la germination. D'ailleurs, dans plusieurs cas, des moisissures rendaient ces expériences difficiles par la suite.

J'ai alors cherché à stériliser mes graines en les immergeant dans l'alcool absolu pendant plusieurs heures et même plusieurs jours ; en me basant sur les expériences avec les solutions alcooliques dont il a été parlé, je ne devais pas empêcher la germination. C'est ce que des essais de contrôle ont vérifié chaque fois. En opérant ainsi, je pensais tuer les germes que pouvaient porter les graines, à leur surface, et empêcher les moisissures de se produire. Je ne crois pas avoir complètement réussi avec cet alcool absolu et les flotteurs paraffinés puis flambés.

Quoi qu'il en soit j'ai été amené à constater un fait que je dois signaler. Les graines ayant séjourné pendant une semaine dans l'alcool absolu, retirées de cet alcool absolu, conservées à sec pendant 181 jours, puis mises sur flotteurs à E H = 1, ont germé dès le troisième jour 8 sur 20, et 20 sur 20 le cinquième jour, alors que des graines de même âge, gardées en sachet de papier, ne germaient complètement que le septième jour dans les mêmes conditions. Disons que la température a oscillé autour de 22°, elle a été de 21°, 21° 5, 22°, 22°5. D'autres expériences plus ou moins comparables tendraient à indiquer une légère avance de la germination des graines qui ont été soumises à l'action de l'alcool absolu et placées dans l'air humide où E H = 1.

Il en serait, peut-être, un peu de même pour les graines ayant séjourné dans l'éther de pétrole.

L'âge de la graine doit être pris en considération, d'une certaine manière, si on s'en rapporte à l'expérience suivante. Des graines de 1911 à 1916 ont été immergées pendant 24 heures dans l'alcool absolu, asséchées, puis mises à germer dans deux conditions différentes : 1° sur flotteurs à EH = 1 ; 2° entre buvards humides pour vérifier la germination et faire des comparaisons s'il y a lieu. Ces dernières ont commencé à germer dès le premier jour et presque également. Toutefois, il s'est montré quelques différences que je crois pouvoir faire ressortir en donnant, en millimètres, les dimensions moyennes, R + H des 10 plantules, par culture, après le troisième jour du semis.

GRAINES DE	1911	1912	1913	1914	1915	1916
R + H =	26m/m	37	41	48	46	50

Quant aux graines mises sur flotteurs, quelques-unes ont commencé à germer dans le troisième jour, la température étant de 21°, 22°. Voici un relevé des germinations sur 20 graines semées, après 9 jours.

GRAINES DE	1911	1912	1913	1914	1915	1916
Germinations :	8	3	7	2	14	0

Laissant de côté les variations concernant les graines des années 1911 à 1915, il est intéressant de constater que les graines de 1916, récoltées depuis un mois, germant très bien et mieux que les autres, entre buvards humides, ne germent pas dans l'air humide à E H = 1, quand les autres germent plus ou moins bien, mais germent.

Cela m'amène à faire une remarque qui n'est pas sans intérêt. Ces graines de 1916 étaient sur 2 flotteurs, dans 2 boîtes différentes pour des contrôles réciproques ; des condensations se sont produites, on voit de fines gouttelettes d'eau sur le liège et même sur les graines et cependant celles-ci ne germent pas. Je dois dire que j'ai remarqué de semblables condensations dans des cas où les graines d'un an et plus ne germaient pas davantage. Alors que faut-il retenir de l'objection faite au sujet de ces condensations et quand on a affaire à des graines jeunes qui germent très bien dans les conditions ordinaires? On peut dire que chaque fois que les condensations se produisent, si la germination s'effectue, ce n'est plus rigoureusement dans l'air humide, puisque les graines sont ou peuvent être au contact d'eau liquide ; mais d'après les faits précédents, on ne peut pas non plus assurer que la germination doive se faire parce qu'il y a des condensations. Dans ces conditions, il me semble qu'il est difficile de nier aussi bien que d'affirmer que la germination puisse se faire dans l'air humide. Si Coupin (1) n'avait pas fait ses expériences sur des graines chloroformées, nous aurions peut-être un bon élément de discussion en faveur de la germination dans l'air humide. Mes expériences n'ont pas été poussées assez loin dans cette voie, jusqu'à ce jour, pour pouvoir discuter ces cas avec fruit. Il faut retenir qu'il y a là un point intéressant à étudier en tenant compte des conditions apportées par les graines et par le milieu ; mais cette étude est délicate parce qu'il y a de nombreuses difficultés à surmonter et parce que, pour une même plante, les graines d'une même année présentent des différences individuelles considérables, comme je m'en suis aperçu au cours de toutes les expériences que j'ai faites avec le *Lepidium sativum* et dans lesquelles j'ai trouvé des singularités comme les suivantes. Parmi les graines manipulées de diverses façons que je n'étudierai pas maintenant, mises entre buvards humides, on en trouvait qui germaient presque aussi rapidement que le témoin, et d'autres qui présentaient des retards assez considérables de 5, 10, 30 et même 50 jours, sinon plus.

---

(1) H. Coupin. Recherches sur l'absorption et le rejet de l'eau par les graines *Thèse de la Fac. des Sc. de Paris*, 1896).

En ce qui concerne les graines conservées dans l'air humide saturé et qui n'avaient pas germé, ces graines mises entre buvards humides, germaient encore, toutes ou une partie, successivement dans l'espace de près d'un mois, pour signaler un exemple.

Quant au sort ultérieur des graines gardées à E H = 1 pendant longtemps, je n'ai pas atteint la limite de séjour dans l'air humide, limite après laquelle ces graines mises entre buvards humides, ne germaient plus. La plus longue durée que j'aie observée a été de 163 jours, c'est-à-dire de près de 5 mois et demi. Ce résultat est à signaler et à rapprocher des conclusions de Demoussy (1907) (1).

« Dans l'air saturé d'humidité, la plupart des graines ne résistent « guère au bout d'un mois ; à la fin du second mois, les graines de « Crucifères résistent encore ; mais, au bout du troisième mois, « toutes les graines sont mortes ».

Ceci ne s'appliquerait pas aux graines de *Lepidium sativum* puisque, mises sur flotteurs à E H = 1, le 29 février, retirées le 10 août, c'est-à-dire après 163 jours, et semées entre buvards humides, elles y ont germé dans l'espace de 11 jours, à part 2 que j'ai d'ailleurs fait germer sur mince couche d'eau oxygénée, voyant qu'elles ne germaient pas après 20 jours entre buvards humides. Voilà une Crucifère qui a dépassé de beaucoup les 3 mois indiqués précédemment et, comme je l'ai dit, je n'ai pas atteint la limite.

Essai des graines dans l'eau oxygénée et germination des vieilles graines.

Puisque j'ai parlé de germination dans l'eau oxygénée, voyons les expériences que j'ai faites à la suite de celles que Demoussy a publiées dans une note récente (2).

---

(1) Voir *Chimie végétale* de G. André, 2e édition, 1914, p. 285.

(2) Demoussy. Influence de l'eau oxygénée sur la germination (*C. R. Ac. des Sc.*, 20 mars 1916).

Voici, en substance, les principaux faits de cette note et leur interprétation.

Des graines de Cresson alénois, âgées de 7 ans, mises dans un peu d'eau distillée ne germent pas à 27° ; mais elles germent dans la proportion de 30 à 40 pour 100 dans de l'eau oxygénée étendue à 0 vol, 6 et surtout à 0 vol, 25, à la condition de renouveler chaque jour cette eau oxygénée ; de 10 à 14°, ces vieilles graines germent dans l'eau pure à raison de 25 pour 100 et, dans l'eau oxygénée à 0 vol., 25, elles germent dans la proportion de 45 pour 100 ; enfin ces mêmes vieilles graines germent à 27° dans la proportion de 25 pour 100, quand on les place dans du sable humide. L'interprétation de ces faits amène à dire que l'eau oxygénée agit par l'oxygène qu'elle fournit aux graines et par son influence sur les microbes dont elle empêche l'évolution tout en respectant celle des graines.

J'ai cherché à faire la critique de ces expériences par mes essais antérieurs et par des expériences nouvelles.

Je me suis arrêté à quelques points, et d'abord à la température des expériences.

Demoussy dit que la température de 27° est très favorable à l'évolution des bonnes graines. Cela m'a paru peut-être exagéré parce que les températures critiques des graines du Cresson alénois étant 1° 8, 21°, 28°, la température 27° se trouve trop voisine de 28° pour que la germination soit très favorisée. En 1911, j'ai perdu quelque temps pour avoir négligé cette notion des températures critiques et j'ai été amené à faire des essais simultanés de germination pour savoir à quoi m'en tenir au sujet d'expériences qui marchaient mal. Je relève dans le tableau suivant les résultats de 4 essais rapides sur les graines de 1911, 1910, 1909 et 1908, faits sur mince couche d'eau de source, au laboratoire, température haute, et à la cave, température plus basse. Je représente par N le nombre de graines germant ou ayant commencé à germer, sur 20 graines semées ; et par M, la moyenne des R + H, en millimètres pour tenir compte du développement acquis pendant les 3 ou 4 jours de chaque expérience, et du degré d'activité pour les graines qui ont germé.

AOUT 1911 DU :	LA TEMPÉRATURE A VARIÉ DE :	GRAINES DE :							
		1911		1910		1909		1908	
		N	M	N	M	N	M	N	M
10 au 14	27°,4 à 29°,6	5	$12^{m/m}$,4	15	$8^{m/m}$,5	« «	« «	« «	« «
	20° à 20°,5	20	44,2	20	32,5	« «	« «	« «	« «
14 au 18	26°,8 à 29°,4	7	15,1	12	17,5	5	33,4	« «	« «
	20° à 20°,5	20	48,5	19	50,8	19	39,6	« «	« «
18 au 21	26°,6 à 29°,2	17	6,8	15	18	6	27,5	5	6,2
	20° à 20°,5	20	32,2	19	26,7	20	22,5	19	8,6
22 au 26	24° à 26°,8	20	24	18	51	15	18	18	8
	20° à 20°,5	20	53,2	20	42,6	19	37	20	14,3

Le premier essai comprend des graines de 2 années ; le second, des graines de 3 années ; et les derniers, des graines de 4 années.

Ces expériences montrent que les jeunes graines ne germent pas toutes à 27° et que les graines âgées de 2 ou 3 ans, germant très bien à 20°5, germent beaucoup plus difficilement et dans la proportion du quart vers 27°. A plus forte raison en serait-il de même pour les graines âgées de 7 ans.

En ce qui concerne les germoirs, j'ai indiqué dernièrement des essais faits pour la critique de mes propres expériences (1), j'en ai déjà parlé précédemment ; malgré cela je les rappelle. 20 graines de 1908 (7 ans) et de 1913 (3 ans), semées dans de la mousse humide, dans du terreau humide, sur mince couche d'eau de source et entre buvards humides ont donné les résultats suivants du 26 octobre au 7 novembre 1915.

MILIEU DE CULTURE	GRAINES DE 1913		GRAINES DE 1908	
	N	M	N	M
Mousse humide.	20	$60^{m/m}$	5	$40^{m/m}$
Terreau humide	20	75 —	2	20 —
Buvards humides.	20	90 —	12	65 —
Mince couche d'eau. . . .	20	90 —	0	0 —

---

(1) Pierre Lesage. A la limite de la faculté germinative des graines de *Lepidium sativum* (*Bull. Soc. sc. et méd. de l'Ouest*, t. XXIV, 1915).

La température était de 13°5, le 26 octobre, à 2 heures de l'après-midi.

Cette expérience est assez instructive pour qu'il y ait lieu d'en tenir grand compte, quand on veut essayer des graines âgées.

Le point suivant surprend un peu parce qu'il semble renfermer une contradiction : un séjour préalable, même très prolongé, des graines dans l'eau oxygénée ne suffit pas, la germination n'a lieu qu'en présence de ce réactif et, comme il se détruit rapidement, il convient de le renouveler chaque jour ; d'autre part, l'eau oxygénée s'oppose à l'évolution des microbes. Il me semble que cela veut dire qu'en renouvelant le liquide, les expériences réussissent, en ne le renouvelant pas, les expériences ne marchent pas ou marchent mal. C'est donc que l'eau oxygénée ne stérilise pas, ou ne stérilise qu'à la longue, ou mieux encore ne fait que paralyser ces microbes, ce qui est encore un mode de stérilisation. Quelle est la part de vérité dans l'interprétation ? Je ne le chercherai pas en ce moment, n'ayant pas les éléments nécessaires ; mais je ne puis cependant pas oublier et je crois utile de dire qu'en octobre 1915, j'avais fait l'essai de graines de 1908, donc de 7 ans, en les semant sur mince couche d'eau renouvelée dans un cas, non renouvelée dans l'autre, et que j'avais obtenu des résultats capables d'être rapprochés de ceux de Demoussy. Voici d'ailleurs ce que je retrouve dans mes notes donnant les germinations sur 40 graines semées.

Du 5 au 23 octobre,	sur eau renouvelée	25/40
14°, 5	sur eau non renouvelée	15/40
Du 9 au 23 octobre,	sur eau renouvelée	15/40
15°	sur eau non renouvelée	5/40

Il y a des différences assez marquées dans les deux cas, dues à des causes que je n'ai pas à étudier ici ; mais ce qui frappe, c'est que le renouvellement de l'eau ordinaire suffit pour augmenter la proportion des graines germées. On peut imaginer que ce renouvellement a pour effet d'enlever les produits d'exosmose, les microbes répandus dans liquide et de rendre par là le milieu moins défavorable à la germination.

Quoi qu'il en soit, ces essais fournissent de nouveaux matériaux pour retoucher un peu l'interprétation des expériences de Demoussy sur le rôle paralysant des microbes ou microbicide de l'eau oxygénée étendue, sans permettre d'ailleurs de le nier complètement pour divers motifs et en tenant compte de la température.

Tout cela m'a engagé à essayer cette action de l'eau oxygénée. Je l'ai fait dans 3 grandes séries d'expériences dont je me contenterai de donner les résultats.

Un essai préalable, fait avec de l'eau oxygénée du commerce étendue à 1/2, 1/4, 1/8 etc., m'a montré que la germination des graines de 1915 commence encore quand cette eau oxygénée est étendue au 1/4 mais ne se fait plus quand elle est étendue à 1/2 seulement. D'autre part, le titrage de l'eau oxygénée employée a donné 6 vol, 8, je savais donc dans quelles conditions j'opérais.

Dans une première série pendant laquelle la température a varié de 18 à 20°, en gros, j'ai semé, en avril 1916, des graines de 1908, 1909, 1910, 1911 et 1915 sur mince couche d'eau de source et sur mince couche d'eau oxygénée à 0 vol, 23 c'est-à-dire étendue à peu près comme la solution la plus favorable de Demoussy. Les liquides furent changés tous les jours dans un cas et ne furent pas renouvelés dans un autre cas. D'autre part, j'ai employé des graines ordinaires prises au sachet de papier dans lequel elles étaient conservées et des graines immergées pendant 3 jours dans l'alcool absolu pour chercher à les stériliser. Disons tout de suite que ce traitement n'altérait nullement les graines comme je m'en suis assuré au préalable. Je dois ajouter que la stérilisation était limitée à cette seule opération, et je suis loin de la garantir. Je puis résumer en deux tableaux les résultats obtenus après 14 jours de semis. Le premier tableau donne les nombres de graines germées sur 20 graines semées dans l'eau de source et dans l'eau oxygénée à 0 vol, 23, changée (c), non changée (n c). La première partie concerne les graines passées par l'alcool ; la deuxième, les graines ordinaires.

Essai du 5 Avril 1916.

GRAINES PASSÉES PAR L'ALCOOL ABSOLU

Nombre de jours des semis après lesquels les graines germées ont été comptées :	NOMBRE DES GRAINES GERMÉES SUR 20 GRAINES SEMÉES																			
	DANS L'EAU DE SOURCE, GRAINES DE :										DANS H^2O^2 A 0^{vol} 23, GRAINES DE :									
	1908		1909		1910		1911		1915		1908		1909		1910		1911		1915	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
5 jours	10	2	12	11	11	8	20	20	20	20	12	12	10	16	13	9	20	20	20	20
6 —	10	3	17	14	13	8	id	id	id	id	13	13	12	15	14	11	id	id	id	id
7 —	11	3	17	14	13	9	—	—	—	—	13	13	12	15	14	11	—	—	—	—
8 —	11	3	17	14	13	10	—	—	—	—	13	13	14	15	14	11	—	—	—	—
11 —	11	7	17	14	13	12	—	—	—	—	13	13	16	17	14	12	—	—	—	—
14 —	11	8	17	14	13	12	—	—	—	—	13	13	16	17	14	12	—	—	—	—
GRAINES ORDINAIRES																				
5 —	3	5	12	9	6	11	20	20	20	20	10	12	12	16	11	12	20	20	20	20
6 —	3	6	14	9	6	13	id	id	id	id	10	13	14	17	12	12	id	id	id	id
7 —	7	8	14	10	6	14	—	—	—	—	10	13	14	17	12	14	—	—	—	—
8 —	10	8	14	10	6	14	—	—	—	—	10	13	15	17	14	14	—	—	—	—
11 —	11	8	14	10	8	14	—	—	—	—	10	13	17	20	14	15	—	—	—	—
14 —	11	9	14	10	8	14	—	—	—	—	10	13	17	20	14	15	—	—	—	—

Il ressortirait de ce tableau que l'eau oxygénée à 0 vol. 23 et à la température 18 à 20°, exerce une action favorable sur la germination des vieilles graines ; mais cette action n'est pas très marquée dans l'ensemble. Le renouvellement des liqueurs présente une action oscillante favorable à la germination, aussi bien pour l'eau de source que pour l'eau oxygénée. L'effet favorable du passage dans l'alcool absolu se fait sentir un peu.

(A suivre)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

RICHARD H. BOERKER. — **Ecological investigations upon the germination and early growth of forest trees.** Lincoln, Nebraska. 1916,

Les nombreuses cultures expérimentales que l'auteur a effectuées et qui ont porté principalement sur les Conifères nord-américaines lui ont permis de préciser certaines données de l'écologie forestière et de mettre en lumière des faits nouveaux dans cette partie assez neuve de la Sylviculture.

Voici les résultats essentiels des recherches de M. R. H. Boerker d'après le résumé qu'il en donne lui-même dans son travail.

I. Influence des facteurs stationnels sur la germination.

L'ombre, en diminuant l'évaporation et la transpiration, permet aux couches superficielles du sol de conserver une teneur en eau élevée ; par suite, le début de la germination a lieu plus tôt, mais celle-ci dure plus longtemps. La courbe de germination des graines semées à l'ombre croît plus rapidement que celle des graines semées à la lumière et le pourcentage des graines germées est plus élevé, résultats en désaccord avec ceux obtenus par Pittauer et Atterberg. Tous autres facteurs égaux, l'ombre paraît donc favoriser la germination ; quant à la lumière, son rôle serait « inconvenable ».

La teneur du sol en eau, quand elle est inadéquate, retarde la germination, diminue sa durée et abaisse la proportion des graines germées. En sol humide, celles-ci présentent une courbe germinative plus rapide qu'en sol sec. Les espèces xérophiles germent d'abord, les méso-xérophiles ensuite et enfin les mésophiles : c'est chez les premières que la période de germination est la plus courte.

La structure du sol agit surtout par la plus ou moins grande aération qu'elle comporte suivant les dimensions des éléments constituants : c'est en sol sableux que la germination commence le plus tôt, qu'elle dure le plus longtemps et que la proportion de graines germées est la plus considérable.

II. Influence des facteurs stationnels sur l'accroissement de la tige et de la racine.

La diminution de l'intensité lumineuse favorise l'allongement de la tige chez les résineux *(Pinus ponderosa, P. Strobus)* et le réduit chez les feuillus *(Robinia Pseudacacia, Quercus rubra)*. En outre, elle atténue, en général, fortement, celui de la racine principale et des radicelles.

La profondeur du sol agit positivement sur la croissance en longueur de la tige et de la racine, mais diminue celle des radicelles.

Lorsqu'on abaisse la teneur du sol en eau, certaines espèces présentent des tiges plus courtes, une racine et des radicelles plus longues *(Pinus ponderosa)*. Chez *Robinia Pseudacacia,* la racine principale montre une réduction en longueur bien marquée.

En ce qui touche la structure du sol, c'est dans les sols meubles (sables et graviers) que les racines atteignent leur plus grande longueur ; pour la tige, l'allongement varie beaucoup suivant les espèces considérées ; ainsi, par exemple, *Pinus Strobus* et *Quercus rubra* se comportent de façon inverse, le premier présentant le maximum de croissance en sol sableux, le second en sol argileux.

III. Rapports entre la taille et le poids des graines et leur germination.

Les grosses graines de *Pinus ponderosa* et de *Pseudotsuga taxifolia* ont un pourcentage de germination plus grand que les petites graines et donnent des plantules plus grandes.

La taille des graines semble dépendre des conditions climatiques : ainsi, pour *Pinus ponderosa*, les variétés qui végètent dans les Montagnes Rocheuses ont des graines plus petites que les variétés que l'on rencontre sur la côte du Pacifique.

A. Pierre Allorge.

Frère J. Héribaud. — **Flore d'Auvergne.** Nouvelle édition : 1915.

Depuis 1883, date à laquelle parut la première édition de cette flore, un certain nombre d'espèces et variétés nouvelles pour le Plateau Central ont été découvertes, une centaine environ. Toutes ces trouvailles sont consignées dans l'édition que publie aujourd'hui le Frère Héribaud : les tables dichotomiques modifiées en conséquence sont demeurées très claires et d'un usage à la fois sûr et pratique.

Dans une courte mais substantielle introduction, l'abbé Hy donne un aperçu d'ensemble sur la végétation de l'Auvergne ; il a, de plus, avec toute la compétence du spécialiste, écrit quelques pages sur les Characées de cette intéressante province. Ainsi complétée et rajeunie, la Flore du vénérable botaniste de Montferrand mérite tout le succès de sa sœur aînée.

A. P. A.

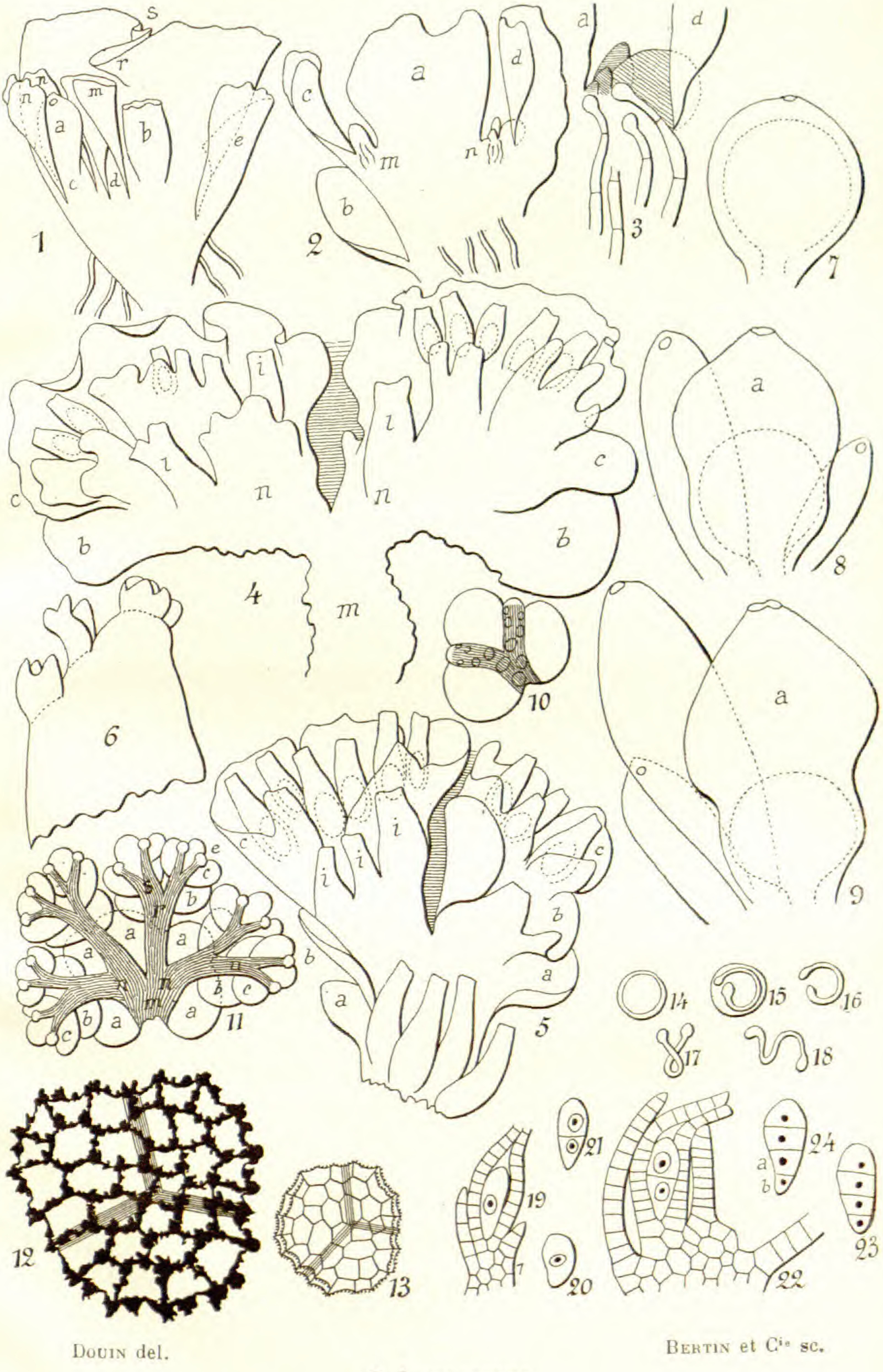
CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Henri Lecomte, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, a été élu Membre de l'Académie des Sciences dans la séance du 26 février 1917.

Dans sa séance du 30 novembre 1916, l'Académie royale des Sciences, Lettres et Arts de Modène a élu M. Gaston Bonnier comme Membre Correspondant.

M. Edouard Gain, Professeur de Botanique à l'Université de Nancy, a été élu Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France le 28 mars 1917.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.


1
s
r
n
n
o
m
a
b
c
d
e
2
a
c
d
m
n
b
3
a
d
7
4
i
l
l
n
n
c
c
b
b
m
8
a
o
o
6
10
9
a
o
5
i
i
i
c
c
b
b
a
a
11
e
c
s
r
b
a
a
a
u
n
n
m
b
c
b
c
a
a
14
15
16
17
18
12
13
19
20
21
22
24
a
b
23

Douin del.

Bertin et Cie sc.

Sphaerocarpus

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.
Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.
Flot, docteur ès sciences.
Fockeu, prof. à l'Université de Lille.
François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.
Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.
Gain, professeur à l'Université de Nancy.
Gallaud, docteur ès siences.
Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.
Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.
Guignard, membre de l'Académie des Sciences.
Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.
Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.
Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.
Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.
Hervier (l'abbé Joseph).
Hickel, inspecteur des forêts.
Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.
Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.
Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.
Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.
Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.
Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.
Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.
Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.
Maige, prof. à l'Université de Poitiers.
Matruchot, professeur à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.
Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.
Molliard, professeur à la Sorbonne.
Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.
Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.
Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.
Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).
Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur.
Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.
Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.
Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.
Russell (William), docteur ès sciences.
Seignette, docteur ès sciences.
Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.
Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.
Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.
Tswett, de l'Université de Varsovie.
Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.
Viala, prof. à l'Institut agronomique.
Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.
Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.
Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.
Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Juin 1917

N° 342

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

MISSOURI BOTAN

LIVRAISON DU 15 JUIN 1917

I. — RECHERCHES SUR LE GENRE *GREWIA*, par M. **René Viguier** 161

II. — AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION DANS LES GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM* *(fin)*, par M. **Pierre Lesage** 181

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82,** rue de Rivoli, **PARIS.**

Les Fils d'Emile **DEYROLLE**, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets
d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

- **Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.**
- **Projections pour l'enseignement,** lanternes de projections, etc.
- **Enseignement technique, Collections** et **Matériel.**
- **Pièces d'anatomie humaine comparée** et **botanique** en staff et cire.
- **Mammifères, Oiseaux, Reptiles** et **Poissons,** prix à la pièce.
- **Squelettes montés,** prix à la pièce.
- **Insectes européens** et **exotiques,** prix à la pièce.
- **Coquilles,** prix à la pièce.
- **Animaux invertébrés en alcool,** prix à la pièce.
- **Fossiles et Minéraux,** prix à la pièce.
- **Cabinets** et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
- **Livres d'histoire naturelle.**
- **Instruments** pour l'étude des sciences naturelles.
- **Microscopes, Microtomes.**
- **Préparations microscopiques,** instruments pour la **Micrographie.**
- **Meubles** pour le rangement des collections.
- **Tableaux d'histoire naturelle,** collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant $1^{m}10 \times 0^{m}90$, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
- **Mobilier** et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
- **Musée scolaire** pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32cm×23cm* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

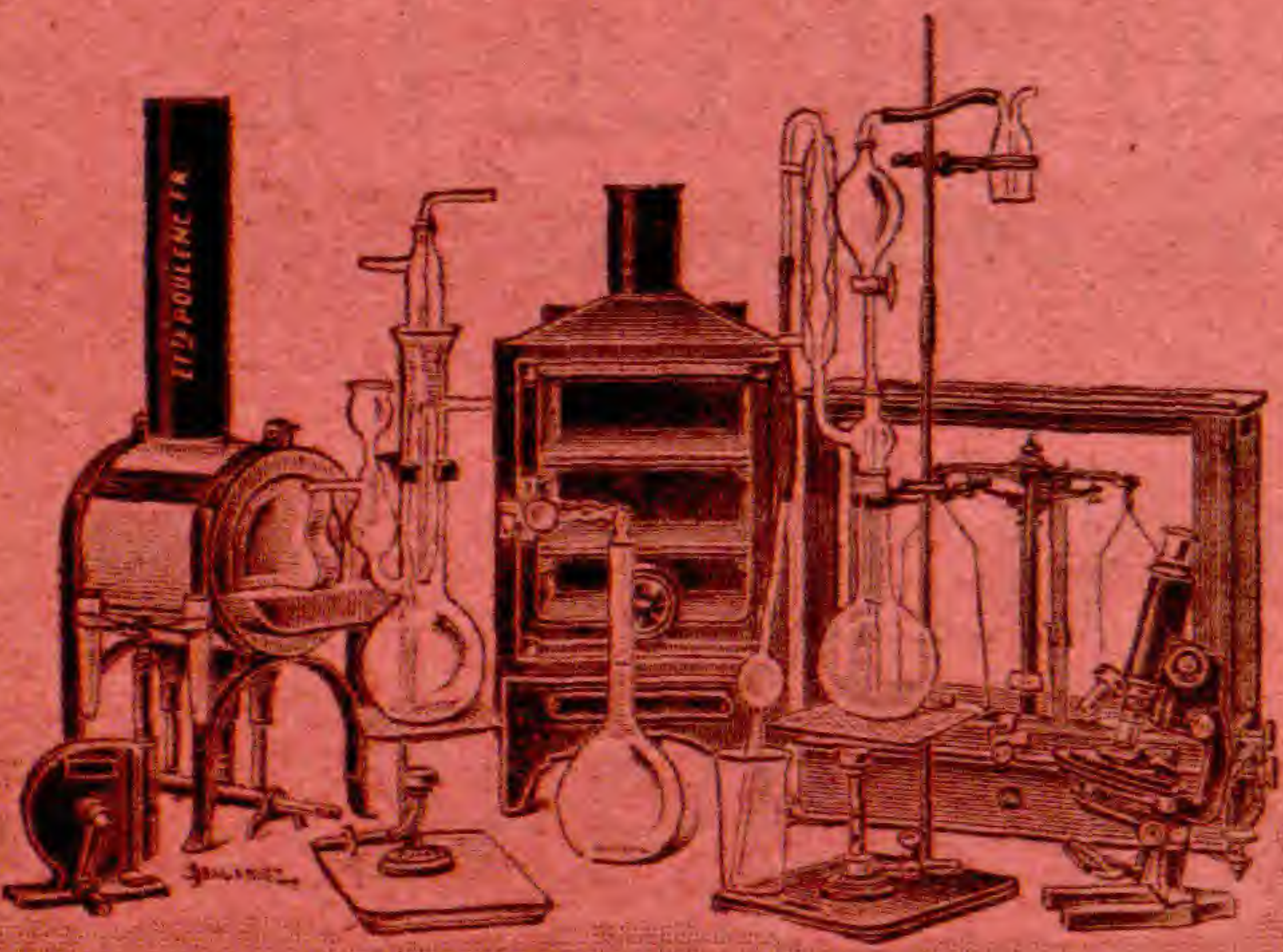
Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS


ETS POULENC FR.

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour **Micrographie, Bactériologie**
et **Histologie**

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

OGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. KORISTKA-MILANO

E. COGIT & Cie

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit**.

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

Recherches sur le genre GREWIA

par M. René VIGUIER

Les *Grewia* sont des Tiliacées qui, par l'organisation de leur corolle, se distinguent de la plupart des autres genres. En effet, chacun des pétales comprend trois parties à considérer : la *base* ou *onglet*, qui correspond à la *gaîne*, est très épaisse, fortement différenciée ; cet onglet porte sur le dos, à une certaine distance du sommet, le *limbe* qui est diversement coloré, le plus souvent jaune, parfois rouge ou rose, et est inégalement développé, souvent moitié plus court que le calice, et ne le dépassant jamais. Nous venons de dire que l'onglet porte sur le dos à une certaine distance du sommet le limbe du pétale : c'est évidemment une manière impropre de s'exprimer, car, morphologiquement, toute la partie située au-dessus de l'insertion du limbe correspond à la *ligule*. Cette ligule forme un repli membraneux cilié et glanduleux qui borde plus ou moins la gaîne. De tels pétales présentant ainsi une base différenciée nommée *coussinet* ou *nectaire* ne s'observent que dans quelques genres de Tiliacées qui constituent une tribu des Grewiées.

Dans la tribu des Grewiées, le genre *Grewia* se distingue nettement par le fruit qui est une drupe, diversement constituée, à un ou plusieurs noyaux.

Les autres caractères floraux se retrouvent dans un certain nombre de Tiliacées : les fleurs bisexuées ont des sépales libres, presque constamment couverts de poils étoilés sur la face externe ; il existe un entre-nœud *(androgynophore)* toujours développé au-dessus de l'insertion du calice et de la corolle ; les étamines, nombreuses et libres, ont toujours un filet très long portant de petites anthères globuleuses à 4 sacs polliniques ; l'ovaire, plus ou moins velu, comprend de 2 à 5 carpelles avec des ovules en nombre variable ; les styles sont presque toujours soudés et les stigmates distincts.

Les espèces, au nombre d'une centaine d'arbres ou d'arbrisseaux, appartiennent aux régions chaudes de l'ancien continent.

Le genre est assez homogène (1) ; de Jussieu, qui en 1804 (2) publia une petite monographie des 33 *Grewia* connus à cette époque, les groupa d'après la forme des pétales et la nervation des feuilles, et ces mêmes caractères sont employés par la plupart des auteurs. — Ajoutons que dans un des plus récents travaux parus sur les Tiliacées *(Pflanzenfamilien)*, K. Schumann partage les diverses espèces entre 4 sections : 1° les *Eugrewia* caractérisés par le fruit lobé contenant plusieurs noyaux biloculaires et par les carpelles biovulés ; 2° les *Omphacarpus* à fruits lobés contenant un ou plusieurs noyaux uniloculaires et à carpelles biovulés ; 3° les *Microcos* à fruits non lobés contenant un noyau pluriloculaire et à carpelles biovulés ; 4° les *Vincentia* à noyaux non lobés contenant 2-4 noyaux et à carpelles multiovulés. — Gagnepain (3), en examinant 46 espèces asiatiques, insiste sur la valeur de caractères méconnus avant lui et qui présentent une grande constance, fournis notamment par les sgtimates et par l'androgynophore.

Les espèces malgaches, qui constituent l'objet du présent Mémoire, ne sont connues que par les diagnoses toujours très brèves de Baillon ou de Baker ; nous allons les passer en revue, en indiquant leurs caractères les plus saillants et en complétant les descriptions originales. Nous augmenterons ensuite la liste en signalant quelques espèces encore inconnues, récoltées par divers voyageurs (4).

⁂

Examinons tout d'abord les espèces ayant des carpelles pourvus de nombreux ovules.

1. **Grewia triflora** Walpers (5). — C'est un petit arbre de 5 à 10 m. de hauteur, ayant à peu près le port de l'Orme champêtre, avec des rameaux glabres, plus ou moins pendants, flexueux vers l'extré-

---

(1) Se reporter à l'Index de Kew, I, p. 1064 pour la bibliographie des divers genres qui doivent lui être rattachés comme synonymes.

(2) *Annales du Museum*, IV, p. 89.

(3) *Notulæ Systematicæ*, I, p. 119 (1909).

(4) Ce Mémoire a été effectué avec les échantillons de l'Herbier du Museum. J'adresse tous mes remerciements à M. le Professeur H. Lecomte qui m'a toujours si aimablement accueilli dans son laboratoire en me procurant toutes les facilités de travail.

(5) Walpers, *Repert.* V, p. 119.

mité. Les feuilles ont un pétiole court (4-5 mm.), souvent velu, présentant à la base des stipules allongées, linéaires, caduques ; le limbe est ovale-oblong, acuminé, souvent asymétrique, en général cordé à la base, irrégulièrement crénelé au bord ; comme dans la plupart des espèces, 2 ou même 4 nervures se détachent de la médiane au point d'insertion du pétiole ; ce limbe, d'un vert plus pâle à la face inférieure, est à peu près glabre, sauf à la face inférieure où il présente quelques poils sur les nervures aux niveaux d'insertion des nervures secondaires, et est de 3 à 4 fois plus long que large (au plus 10 cm. de longueur sur 2cm 5 à 3 cm. de largeur).

Les inflorescences sont axillaires : elles sont formées d'un groupe de 3 fleurs situées à l'extrémité d'un petit pédoncule grêle, velu ainsi que les pédicelles ; les boutons floraux sont allongés, plus ou moins cylindriques, hirsutes, couverts de poils plus ou moins soyeux. Les sépales, velus extérieurement, sont glabres, jaunes en dedans, et atteignent 6-7 mm. de longueur ; les pétales sont plus courts que les sépales ; leur limbe est comme lingulé, plus étroit que le coussinet de la base, émarginé, ayant environ 4 mm. de longueur ; l'ovaire est allongé, ovale, hispide, surmonté d'un style velu vers la base, dilaté au sommet et portant 4 branches stigmatiques ; il est formé de 4 carpelles à placentation axile contenant chacun une rangée de nombreux ovules parfaitement horizontaux, anatropes à raphé interne, se comprimant l'un l'autre.

L'espèce a été signalée pour la première fois par Bojer qui la recueillit dans la région occidentale « près du fleuve Marou-Voaï baie de Bombetoke », autrement dit près de l'estuaire de la Betsiboka sur lequel est située la ville de Majunga.

Elle a été plus tard recueillie en des localités de climat très différent, comme le Nord-Est de Madagascar (Boivin *n° 2607*, Bernier *176)* et *Nosy-Bé* (des échantillons incomplets de Richard semblent bien se rapporter au *Grewia triflora).*

2. **Grewia lavanalensis** Baillon (1). Cette espèce, décrite d'après des échantillons récoltés par Grandidier dans le Sud *(n° 56, forêt de Lavanala* et *région des Antanosy émigrés),* a été également recueillie en d'autres points par Perrier de la Bathie *(Ambodiroka*

---

(1) Baillon. *Bulletin de la Société Linnéenne de Paris,* I, p 548 (1886).

près de l'*Ikope, n° 38)* par Greve dans l'Ouest (sans indication de localité, *n° 47),* par Humblot *(n° 629,* probablement dans le Nord).

La plante ressemble assez à la précédente par son appareil végétatif : les feuilles sont ovales-aiguës, assez fortement ondulées ou crénelées, à crénelures dentées, ferrugineuses à la face inférieure, de la même taille que celles du *G. triflora ;* elles sont d'aspect glabre mais en réalité, à de forts grossissements, on aperçoit sur les nervures, de place en place, des poils étoilés petits, extrêmement rares. Les inflorescences forment des sortes de petits fascicules axillaires constitués par un nombre réduit de petits groupes de 3 fleurs sur des pédoncules à peu près glabres. Les boutons floraux ne sont pas hirsutes comme dans l'espèce précédente : le calice est en apparence glabre ou légèrement pubérulent, couvert de minuscules poils étoilés ; la fleur est organisée comme celle du précédent avec un style glabre à branches stigmatiques peu marquées et 4 carpelles contenant chacun un rang de nombreux ovules horizontaux.

Baker a décrit sous le nom de *Grewia repanda* (1) un petit arbre récolté par Baron (*n° 5692)* dans le nord de la région centrale aux environs de *Befandriana.* Il n'en existe qu'un très faible échantillon au Muséum, ce qui nous a permis toutefois de conclure que cette plante est identique en tous points aux échantillons décrits sous le nom de *G. lavanalensis.* Le nom de *G. repanda* doit donc disparaître.

3. Grewia viscosa H. Baillon (2). — Le *G. viscosa* est assez voisin des précédents ; ses fleurs ont à peu près la même organisation avec des carpelles multiovulés ; elles forment également, à l'aisselle des feuilles, des fascicules de 2-3 petites cymes triflores pédonculées. Boivin qui l'a récolté *(n° 2609)* à *Diego-Suarez,* a lui-même noté cette particularité que les 3 fleurs, brièvement pédicellées à l'extrémité d'un pédoncule, sont enveloppées dans le jeune âge dans « une sorte de spathe monophylle scarieuse, prolongée en pointe au sommet ». C'est une large pièce très mince parcourue par plusieurs nervures longitudinales non anastomosées et correspondant peut-être à des bractées soudées. Nous n'avons pas observé la présence de cette bractée dans les deux précédentes espèces où les cicatrices situées à la base des pédicelles floraux semblent témoigner de la présence de trois bractées distinctes. Le pédicelle floral est très court, bien plus que celui du *G. lavanalensis ;* les boutons sont plus petits que dans les précédents, velus. Le fruit est oblong ou globuleux dépourvu de sillon. Les feuilles glabres, ovales-acuminées, sont très minces, entières, et relativement beaucoup plus larges que celles des deux précédents ; quelques-unes sont presque orbiculaires.

---

(1) Baker. Further contributions to the Flora of Madagascar, *Journal of the Linnean Society*, XXV, p. 299 (1888).

(2) Baillon. *loc. cit.*, p. 557.

4. **Grewia botryantha** Baillon (1). — Cette plante, récoltée par Pervillé à *Nosy-Bé* a tout à fait l'organisation florale des précédentes ; les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles souvent par deux ou trois, mais le plus souvent isolément, non groupées en petites inflorescences ; le pédicelle, très court (2-3 mm.), est tomenteux ; on observe autour des jeunes boutons une grande bractée enveloppante terminée en pointe comme dans le *G. viscosa* mais cette grande bractée qui est velue enveloppe une seule fleur et non un groupe de trois. — Toutes ces fleurs se développent sur de petits rameaux latéraux à feuilles peu développées, couverts d'un fin tomentum, de telle façon que chaque petit rameau forme une sorte de grappe, d'où le nom spécifique de *botryantha*. Baillon a noté que la fleur était semblable à celle du *G. triflora :* les sépales, couverts de petits poils étoilés, ont au plus 5 mm. de long ; l'ovaire allongé-hirsute contient, dans chaque loge, de nombreux ovules superposés et est surmonté par un long style très grêle avec 4 petites branches stigmatiques. Les feuilles ont un limbe de 3-4 cm. de longueur et 1 cm. de largeur (jusqu'à 9 cm. de long et 2^{cm}5 de large) de 3 à 4 fois plus long que large, ovale-aigu ou acuminé, couvert, ce qui le distingue, à première vue, des espèces précédentes, de petits poils étoilés espacés et disposés sur les nervures dont ils dessinent le réseau par lui-même peu apparent. Nous rapportons à cette espèce l'échantillon récolté par Humblot *(n° 1381)* aux *Comores* qui a l'avantage de montrer un fruit oblong, non sillonné, de 7 mm. de long environ ; ce fruit est unique, aussi n'avons-nous pas essayé d'en étudier l'organisation.

5. **Grewia flavicans** Baillon (2). — Cette espèce a été récoltée

---

(1) Baillon. *loc. cit.*, p. 557.

(2) Baillon. *loc. cit.*, p. 548.

dans le Nord à *Diego-Suarez* par Richard et par BOIVIN *(n° 2612)*. La description donnée par BAILLON montre qu'elle se rattache aux précédentes. Les fleurs nombreuses, en petites cymes axillaires portées sur un pédoncule plus court que les pétioles et sur un pédicelle égal, ont un ovaire avec 4 séries de nombreux ovules horizontaux et un long style quadrifide au sommet ; les pétales émarginés sont plus courts que les sépales ; les boutons sont allongés ; à la base on ne trouve pas une grande bractée enveloppante, mais seulement 3 petites écailles. Le fruit n'est pas lobé ; les feuilles ont un court pétiole légèrement dilaté au sommet comme dans le *G. viscosa* et un limbe ovale-acuminé, arrondi à la base atteignant au plus 8 cm. de long et 3 cm. de large, à nervation réticulée. Elle se distingue surtoutpar les jeunes rameaux, les sépales et les feuilles tomenteuses couverts de poils mous, jaunes.

6. Grewia tiliæcarpa. — BAILLON (1). Ce *Grewiä* a été recueilli aux environs de *Vohémar* dans la région orientale par BERNIER *(n° 2610,* et *119,* 2ᵉ envoi). Il est mal connu : c'est un arbrisseau à petits rameaux grêles, pendants ; ses feuilles sont glabres, ovales, acuminées, parfois obtuses au sommet, tantôt arrondies ou tantôt deltoïdes à la base, à 5 nervures basilaires, les autres, peu nombreuses, étant à peine visibles ; elles sont obscurément crénelées, vertes à la face supérieure, ferrugineuses à la face inférieure. Le limbe est membraneux et moins de deux fois plus long que large (6-8 cm. de longueur et 3,5-8 cm. de largeur). Les fleurs sont inconnues ; elles sont disposées en cymes axillaires pauciflores, plus courtes que les feuilles. Le fruit, plus ou moins poilu, obovoïde, de 1 cm. de long, a 4 noyaux divisés transversalement en logettes uniséminées. Les pédoncules grêles, de 1 cm. de long, et les pédicelles de 5 mm. sont sinueux et couverts de lenticelles. Il s'agit donc d'une plante à placer au voisinage des *G. viscosa*, *triflora* et *lavanalensis* qui ont, comme lui, des feuilles glabres, mais qui sont pourtant nettement différents ; le *G. viscosa* à limbe entier et le *G. lavanalensis* à limbe doublement denté ont des feuilles plus petites et plus étroites ; les feuilles du *G. triflora* s'en rapprochent par la taille, mais sont étroites, lancéolées, et ont notamment un réseau de nervures nettement saillant ; de plus, dans ces espèces comme le *G. triflora* où le fruit est connu, il y a un seul noyau quadriloculaire,

---

(1) BAILLON, *loc. cit.*, p. 552.

7. Grewia Hildebrandtii BAILLON (1). — Cette espèce est originaire de la région occidentale ; elle a été récoltée dans le *Sambirano* par HILDEBRANDT *(n° 3272)*. C'est un arbrisseau qui rappelle les précédents par de nombreux caractères : cymes axillaires triflores, boutons allongés velus ; pétales oblongs-allongés, linéaires, émarginés, plus courts que les sépales ; ovaire oblong, multiovulé, terminé par un style quadrilobé au sommet. La cicatrice annulaire située sur le sommet du pédoncule à la base des pédicelles floraux indique que les jeunes triades sont entourées d'une grande bractée enveloppante. Mais d'autre part les feuilles ont un limbe oblong-lancéolé acuminé de grande taille (jusqu'à 12 cm. de long et 4 cm. de large) portant sur les deux faces, mais principalement à la face inférieure qui est tomenteuse, des poils étoilés ce qui distingue cet arbrisseau de tous ceux examinés jusqu'ici.

8. Grewia cernua BAKER (2). — Sous ce nom, Baker a décrit une espèce récoltée par BARON *(n° 5446)* dans le nord de la région centrale (ancienne province de l'*Androna*). Il s'agit d'une plante très voisine du *Grewia Hildebrandtii*, si même elle ne lui est identique. Les échantillons trop maigres que nous avons entre les mains ne nous permettent pas d'élucider cette question. Pourtant, on peut citer quelques caractères différentiels : les rameaux sont couverts d'un tomentum dense leur donnant une consistance veloutée dans le *G. cernua* et sont beaucoup moins velus dans le *G. Hildebrandtii*. Les feuilles dans le *G. Hildebrandtii* sont assez brusquement rétrécies, arrondies ou comme tronquées à la base où elles présentent quelques dents glanduleuses ; dans le *G. cernua* elles sont un peu atténuées à la base et ne présentent pas de dents glanduleuses (3). — Enfin les fleurs sont plus grandes dans le *G. cernua ;* à noter que dans l'échantillon, on voit des cymes dont les trois jeunes boutons sont enveloppés par une grande bractée velue comme nous en avons vu dans le *G. viscosa.*

9. Grewia nossibeensis BAILLON (4). — Un seul échantillon, récolté par PERVILLÉ à *Nosy-Bé* a servi à BAILLON pour établir cette espèce.

---

(1) BAILLON. *loc. cit.*, p. 551.

(2) BAKER. Further contributions to the Flora of Madagascar, *Journal of the Linnean Society*, XXV, p. 300 (1888).

(3) Nous n'avons pu examiner que cinq feuilles !

(4) BAILLON, *loc. cit.*, p. 549.

A première vue, cette plante ressemble beaucoup aux deux précédentes ; les feuilles sont obscurement dentées, acuminées et tomenteuses, identiquement nervées et de même taille ; elles sont seulement plus ovales, et le plus souvent franchement tronquées à la base, presque trapézoïdes ; les rameaux sont également tomenteux. A l'aisselle des feuilles, on observe plusieurs groupes pédonculés de trois fleurs à pédoncule trapu et velu. Les triades de fleurs sont complètement enveloppées à l'état jeune par une grande bractée prolongée en bec ; les boutons allongés renflés à la base, velus, sont de la même taille que ceux du *G. Hildebrandtii ;* les pétales bidentés semblent un peu plus petits ; le style présente 4 petites branches très fines au sommet et semble plus court que les étamines. Ces différences sont-elles réelles ? Si nous avions assez de fleurs à notre disposition nous aurions peut-être constaté qu'elles correspondaient à des états de développement.

En résumé les *G. Hildebrandtii, cernua* et *nossibeensis* sont extrêmement voisins ; n'ayant en main que les échantillons de BAILLON et de BAKER nous ne pouvons trancher la question ; il est très possible que l'examen de nouveaux matériaux ou une étude sur place conduirait à considérer qu'il n'y a là qu'une seule espèce un peu polymorphe. C'est du *G. flavicans* qu'ils se rapprochent le plus, mais ce dernier a les feuilles plus petites, couvertes de poils jaunes.

10. Grewia polypyrena BAKER (1). — Cette plante a été récoltée dans la région centrale par LYALL *(n° 388)* et par BARON *(n^os 573 et 942)*. — C'est un arbre assez distinct des espèces vues jusqu'ici. — Disons de suite que le limbe membraneux n'est plus tomenteux comme dans les *G. Hildebrandtii, cernua* et *nossibeensis,* et ne présente pas les poils étoilés assez nombreux du *G. botryantha ;* il est d'aspect glabre et présente pourtant sur les deux faces des nervures de rares et fins poils étoilés. Il est oblong ou légèrement obovale, acuminé, atténué à la base, ondulé-denté, d'un vert plus pâle en-dessous, bien plus grand et plus large que dans les *Grewia* à feuilles glabres étudiés plus haut, puisqu'il atteint de 4 cm 5 à 7 cm. 5 de longueur et 2 cm. 5 à 3 cm. 5 de largeur. Les fleurs sont en petites triades sur un pédoncule plus court que le pétiole ; elles sont peu nombreuses, et ne forment jamais dans leur ensemble des sortes de grappes. Les jeunes triades sont entourées par une grande bractée rostrée, pubescente.

---

(1) BAKER. Contributions to the Flora of Madagasc r, *Journal of the Linnean Society*, XX, p. 105 (1883).

Les boutons ovoïdes sont légèrement poilus. L'ovaire ovoïde, velu, compte 3 carpelles (toujours?) multiovulés et est surmonté d'un long style avec 3 branches stigmatiques. Le fruit est brun, oblong, rugueux et contient de 6 à 12 noyaux distincts uniséminés. La présence d'un endocarpe particulier autour de chaque graine est le caractère spécifique le plus saillant.

11. Grewia amplifolia Baillon (1). — Le *G. amplifolia* a été trouvé dans la région occidentale par Pervillé (*n° 585*) qui l'a récolté dans les terrains sablonneux de l'*Ambongo*. — C'est un petit arbrisseau remarquable par ses rameaux tomenteux roux, portant de grandes feuilles acuminées, en général obovales, velues sur les deux faces mais fortement tomenteuses à la face inférieure, quinquenervé à la base et atteignant 16-18 cm. de longueur et 7,5-9 cm. de largeur. Les fleurs forment de petites triades, courtement pédonculées et pédicellées, avec une bractée distincte à la base de chaque pédicelle. Les boutons sont gros, obovoïdes ; pédoncules, bractées, pédicelles, sépales sont couverts d'un épais tomentum de poils à longues branches, roux-ferrugineux. Les sépales sont épais, les pétales sont elliptiques et un peu plus courts que les sépales ; l'ovaire, dans chaque carpelle, renferme un petit nombre seulement d'ovules superposés (Je n'ai pu étudier la fleur).

12. Grewia macrophylla Baker (2). — Cette espèce, extrêmement voisine du *G. amplifolia*, est originaire de la région centrale (Baron, n^{os} *2420* et *2549*). Les feuilles, grandes et velues, ne sont pas veloutées à la face inférieure, et sont ovales de 10-15 cm. de long et 6 à 7,5 cm. de large. Les fleurs, également grandes et velues, ne sont pas hirsutes comme dans le précédent et les inflorescences, bien plus grandes que les pétioles, contrairement à celles du *G. amplifolia*, peuvent être ici composées, c'est-à-dire que plusieurs triades pédonculées sont portées sur un pédoncule commun. Les pétales grands, oblongs, ont un limbe beaucoup plus large que le coussinet. Les carpelles, autant que nous avons pu le constater, sont multiovulés, le style est terminé par un plateau stigmatique non lobé.

---

(1) Baillon. *loc. cit.*, p. 558.

(2) Baker. Further contributions to the Flora of Central Madagascar, *Journal of the Linnean Society*, XXI, p. 326 (1884).

Le fruit de ces deux espèces voisines est malheureusement inconnu.

13. Grewia brideliæfolia Baillon (1). — Il s'agit d'un très grand arbre (40 m. de hauteur) connu par un échantillon de Humblot *(nº 570)* recueilli dans le pays *Sianaka*, c'est-à-dire dans la région centrale ; les feuilles ont un limbe elliptique-lancéolé, atténué à la base, presque entier, d'aspect glabre, mais portant de petits poils simples appliqués sur les nervures, d'environ 4 cm. de long et 1c,5 de large. — Les fleurs du type 4 ou 5 ont environ 4 mm. de long, des pétales roses linéaires, bidentés au sommet, plus courts que le calice et un ovaire ovoïde à carpelles multiovulés. L'androgynophore est long et glabre. Les fleurs forment des triades isolées à l'aisselle des feuilles ; le pédicelle floral et les boutons allongés sont couverts de petits poils simples, appliqués ; il y a des bractées distinctes à la base des pédicelles.

14. Grewia Celle Baillon (2). — Le *G. Celle* est un petit arbre originaire de la région occidentale où il a été récolté près de *Morondava*, à *Andekabe*, par Greve *(nº 69)*. La plante présente un polymorphisme foliaire très net. Il est presque certain, d'après les échantillons d'herbier, que l'arbre perd toutes ses feuilles pendant la saison sèche durant laquelle il ne doit présenter que des rameaux, assez grêles, portant de petits coussinets correspondant aux feuilles tombées ; la position des coussinets est distique, et les rameaux sont légèrement en zigzag. Au début de la saison des pluies, des bourgeons se développent, isolés à l'aisselle des coussinets et donnent des rameaux portant de petites feuilles, et à leur aisselle des inflorescences. Ces feuilles ont un pétiole velu de 2 mm. de long et un limbe ovale, aigu ou légèrement acuminé au sommet, cordé légèrement à la base, denté, même ondulé et denté, un peu coriace, presque glabre à la face supérieure, portant des poils étoilés sur les nervures à la face inférieure. Les dimensions varient de 11 à 30 mm. de longueur et 8 à 10 mm. de largeur. Quelquefois, mais rarement, le limbe peut être presque orbiculaire et presque lobé rappelant, en bien moins velu, le *G. ambongoensis* que nous verrons plus loin. Les fleurs sont réunies en petites inflorescences, isolées à l'aisselle des feuilles ; chaque inflorescence comprend un pédoncule pubérulent, portant des lenticelles saillantes, n'ayant que 3 mm. de longueur ; sur ce pédoncule s'insèrent 3 fleurs à pédicelles pubérulents, grêles, à lenticelles saillantes, environ deux fois plus longs que le pédoncule. Ces fleurs ont l'organisation habituelle : les sépales pubérulents ont 4-5 mm. de long ; les pétales sont plus courts, bilobés au sommet ; l'ovaire biloculaire, hisute, allongé, a des carpelles multiovulées et un long style à 4 petites branches subulées très courtes. L'androgynophore est glabre. Il y a des bractées distinctes à la base des pédicelles. Un autre exemplaire montre la même plante dans un état de développement plus avancé ; les rameaux qui portaient les petites feuilles se sont considérablement allongés ; ils sont pubérulents et montrent à leur base des cicatrices correspondant évidemment aux petites feuilles tombées. Ces rameaux portent des feuilles beaucoup plus grandes, atteignant 8 cm. de long et 4 cm. de large. On y observe des fruits globuleux, noirs, velus-étoilés, à noyaux divisés en logettes uniséminées, s'isolant facilement les unes des autres, de sorte qu'on pourrait considérer chaque petite logette et sa paroi comme un noyau particulier ; ce fruit, qui est paraît-il comestible, n'est certes pas éloigné de celui du *G. polypyrena ;* chaque petite logette isolée est ornementée alvéolée et non lisse comme les noyaux du *G. polypyrena.*

---

(1) Baillon, *loc. cit.*, p. 544

(2) Baillon, *loc. cit.*, p. 550. — Le nom indigène d'après Greve serait *Cellé* ; ce mot ainsi orthographié n'est pas malgache ; peut-être s'agit-il du mot *Sely*.

15. Grewia Grandidieri (1). — Ce *Grewia* appartient à la région du Sud-Ouest où il a été récolté par A. GRANDIDIER *(n° 57)* à *Tuléar,* en 1868 et plus récemment par GEAY *(n° 10)* en 1906. C'est un arbrisseau à rameaux grêles ; les feuilles ont un court pétiole pubescent de 5 mm. de long environ ; leur limbe ovale, un peu cordé à la base, longuement atténué-aigu au sommet, à nombreuses petites dents tout autour, est très membraneux, d'aspect plus ou moins glabre ; il présente en réalité des poils rares à la face supérieure, et à la face inférieure de grands poils sur les 3 grosses nervures à leur insertion sur le pétiole ainsi que de nombreux poils courts, espacés, hyalins, qui à la loupe se présentent comme de fins granules, comme s'il s'agissait de petits grains de sable ; ces petits poils se retrouvent sur toute la face inférieure et sur les nervures ; toutes les nervures aussi bien les basilaires que les 2 ou 3 paires de nervures secondaires ainsi que le réseau tertiaire, sont un peu irrégulières flexueuses. Le limbe atteint jusqu'à 9^{cm}, 5 de longueur et 2^{cm},5 de largeur.

---

(1) BAILLON, *loc. cit.*, p. 549.

Les inflorescences forment les petits groupes axillaires triflores habituels : les pédoncules tomenteux ont environ 6 mm. de long, et les pédicelles également tomenteux sont plus courts. Une cicatrice circulaire au sommet du pédoncule, indique que les jeunes boutons doivent être entourés d'une seule grande bractée. Les boutons sont allongés, velus, de 7 mm. de long environ ; les pétales sont presque aussi longs que les sépales (5 mm.) rétrécis en onglet au-dessus du coussinet, bilobés au sommet. L'ovaire, velu blanchâtre, oblong, contient de nombreux ovules horizontaux superposés en 4 séries. Le style grêle se termine par 2 lobes divisés en deux branches et est un peu velu.

16. Grewia glandulosa VAHL (1). — Le *Grewia glandulosa* a été trouvé à Zanzibar, Mozambique ainsi qu'à l'Ile Maurice. BAILLON rapporte à cette espèce plusieurs échantillons provenant du nord de l'Ile récoltés à *Diego-Suarez* (BERNIER, 2ᵉ envoi *n° 117)* à la *baie d'Ampasindava* sur la côte Ouest par 14° de latitude (DUTAILLIS) à la baie de *Port de Lewen* sur la côte Est, un peu plus au sud que la baie d'Ampasindava (BOIVIN *2614) ;* le même voyageur a recueilli la plante aux *Comores (n° 3344)* et VESCO dans une localité inconnue. C'est un petit arbre à jeunes rameaux tomenteux ferrugineux, caractérisé par ses feuilles à limbe oblong, acuminé au sommet, arrondi à la base, denté tout autour, mais dont les dents situées près de la base sont fortement glanduleuses. Les fleurs, isolées ou par deux-trois, sont grandes avec des sépales dépassant 1 cm. de long et des pétales orbiculaires à peu près aussi longs que les sépales ; l'androgynophore est glabre dans sa moitié inférieure, il porte 5 écailles velues et est lui-même velu au-dessus de ces 5 écailles. L'ovaire est multiovulé : les boutons sont gros, peu allongés. L'étude d'une fleur passée montre un gros ovaire sphérique contenant, dans chacune de ses 4 loges, un ovule en voie de transformation au milieu de toute la série verticale des ovules qui ne sont pas développés. Le fruit présente également des caractères que nous n'avons pas signalés encore : il a de 2^c,5-4 cm. de large et est comme cubique quadrilobé à lobes peu marqués. Ce fruit renferme 4 noyaux durs, bilobés et divisés chacun longitudinalement en deux logettes contenant une graine brune ressemblant à une petite lentille. Cet exemple nous montre que l'examen du fruit ne suffit pas pour conclure que les carpelles possèdent à l'origine un ou plusieurs ovules.

---

(1) VAHL. *Symb. bot.* I, p. 34.

Baillon a décrit sous le nom de *Grewia serratula* (1) un échantillon recueilli près de la rivière de *Morondava*, à *Bé-Kapaka (?)* dans la région occidentale par Grevé *(n° 13)*. Cet échantillon ressemble à première vue assez au *G. glandulosa*, par ses fleurs et ses fruits identiques ; ses feuilles portent de petits poils étoilés sur les deux faces, plus nombreux que dans le *G. glandulosa* dont il vient d'être question ; le pétiole présente également des petits poils écailleux mais en outre des poils à longs bras qui le rendent hirsute ; le limbe, fait que n'a pas noté Baillon, porte à la base des dents glanduleuses. — L'examen d'autres plantes récoltées par Douliot (sans indication de localité) par Humblot à *Anjouan (n° 1476)* et par Grevé *(n° 81)* nous conduit à conclure qu'il est impossible de considérer le *G. serratula* comme une espèce distincte ; il existe toutes les formes intermédiaires possibles au point de vue de la pilosité, du nombre de fleurs dans les inflorescences entre le « *serratula* » type et le *glandulosa*.

Il faut retenir que la forme des feuilles est assez variable : elles peuvent être quelquefois très allongées-lancéolées, ou bien simplement ovales, longuement aiguës ou acuminées, souvent glabrescentes.

Les caractères de cette espèce sont tirés, en résumé, de la forme des boutons floraux et des pétales ainsi que de l'organisation du fruit.

C'est cette espèce qui a été décrite par Bojer sous le nom de *G. ulmifolia* ; d'après lui, les fleurs sont pourpres, les étamines elles-mêmes ont des filets pourpres.

(1) Baillon. *loc. cit.*, p. 549.

17. Grewia stenophylla Bojer (1). — Cette espèce est évidemment très voisine du *G. glandulosa*. Le Muséum en possède des échantillons récoltés par Baron *(nos 460, 1686, 1887)* originaires de la région centrale et Bojer l'a recueillie dans les montagnes de l'Imérina. Les feuilles ont un pétiole court (3 mm.) couvert de petits poils étoilés ; le limbe est oblong-lancéolé, presque constamment arrondi ou obtus au sommet, denté tout autour, arrondi à la base et trinervé avec deux nervures basilaires très ascendantes, mais bien moins fortes que la médiane ; les nervures secondaires peu nombreuses (2-3 paires) sont reliées entre elles et à la médiane par de fines nervures tertiaires plus ou moins transverses, très irrégulières et très flexueuses, peu marquées à la face supérieure ; le réseau ultime est très fin et très serré ; sur les deux faces, mais principalement à la face inférieure, il existe de petits poils étoilés. Il faut noter qu'à la base du limbe, on observe quelques dents glanduleuses.

Les inflorescences axillaires sont triflores avec des bractées larges, distinctes, un pédoncule commun trapu un peu velu de 5 mm. de long et des pédicelles également gros et peu velus, un peu plus longs ; les boutons obovoïdes, de 8 mm. de long, ont des poils écailleux-étoilés ; les sépales peuvent atteindre 15 mm. de long ; les pétales sont à peu près égaux aux sépales ; l'androgynophore est glabre et porte au sommet 5 écailles velues ; l'ovaire globuleux, à 2 loges, à parois épaisses contient un petit nombre d'ovules superposés. — Le fruit gros, quadrilobé est peu velu et plus ou moins glabrescent. — L'espèce se rapproche donc du *G. glandulosa* par ses gros fruits quadrilobés, ses gros boutons obovoïdes, et l'organisation de sa fleur, par ses feuilles velues non tomenteuses, glanduleuses à la base. Elle s'en distingue, d'autre part, par ses feuilles jamais longuement atténuées et aiguës au sommet, par le réseau de nervures tertiaires moins nombreuses, plus irrégulières, moins saillantes au-dessus, par le fruit non très tomenteux pouvant être glabrescent. Il s'agit là de deux espèces affines.

Bojer qui récolta et décrivit cette plante indique qu'il s'agit d'un arbrisseau remarquable par ses grandes fleurs presque sessiles d'une belle couleur pourpre, les filets des étamines eux-mêmes sont pourpres.

---

(1) Bojer. *Travaux de la Société d'Histoire naturelle de l'Ile Maurice,* 4 mai 1843, p. 27 (1842-1846).

18. Grewia grandiflora (1). — Cette très remarquable espèce a été recueillie par Baron *(n° 108)* dans l'Ouest du *Betsileo*, c'est-à-dire dans la région centrale. Ce petit arbre est voisin du précédent ; les feuilles ont en effet un limbe oblong lancéolé près de quatre fois plus long que large (4cm,5-7cm,5 de longueur et 1cm,5-2 cm. de largeur), mais ce limbe est aigu, légèrement atténué à la base, et glabre à la face supérieure ; la face inférieure pâle, papilleuse, porte de rares poils étoilés avec de nombreuses branches horizontales ; il existe souvent quelques dents glanduleuses à la base. Les fleurs sont très grandes : les sépales coriaces, velus-étoilés atteignent jusqu'à 2cm, 5 de long ; les pétales grands, blancs, oblongs-onguiculés nous ont semblé (car nous n'avons pu détacher les fleurs de l'unique échantillon que nous avions entre les mains) pourvus d'un coussinet hérissé de poils feutrés sur la face interne de l'onglet. L'ovaire, hérissé de longs poils ferrugineux, est globuleux. Un ovaire assez avancé dans son développement montre un début de sillons ; un échantillon recueilli par Baron *(n° 6644)* se rapporte, d'après nous, à cette espèce ; et montre que le fruit gros, quadrilobé, légèrement tomenteux ferrugineux, est très voisin de celui du *G. glandulosa* quoique peut-être plus gros et moins poilu.

Scott Elliot a retrouvé cette espèce *(n° 2345)* à *Fort Dauphin ;* les feuilles présentent des caractères identiques sauf que l'extrémité supérieure est obtuse. Cloisel en a recueilli *(n° 191)* dans la même localité au bord de la mer un exemplaire qui montre que les feuilles peuvent atteindre 7 cm. 1/2 de long et 3 cm. de large, et sont arrondies au sommet ; on voit que le bouton est globuleux ovoïde. Les fleurs sont rouges d'aprés Cloisel, blanches d'après Baker ; il est possible que ce soit la teinte pâle des pétales *in sicco* qui ait fait supposer à Baker qu'ils étaient blancs à l'état frais. Le nom indigène, d'après Cloisel, est « *Latapiso* » (?)

Bien que nous n'ayions pas étudié la fleur, nous pouvons considérer que le *G. grandiflora* est très proche du *G. stenophylla*. Il en diffère principalement par ses feuilles beaucoup plus larges, moins velues, à nervures peu ascendantes ; il diffère également du *G. glandulosa* qui a des feuilles toujours très longuement atténuées au sommet, très aiguës ou acuminées, et fortement glanduleuses à la base, et dont les fleurs sont un peu plus petites.

---

(1) Baker. Contributions to the Flora of Central Madagascar, *Trimen's Journal of Botany*, New Series, vol. XI, p. 47 (1882).

19. Grewia Grevei (1). — Ce *Grewia* est un arbuste qui diffère de toutes les espèces examinées jusqu'ici par ses feuilles glabres dont le limbe est de 4 à 8 fois plus long que large, arrondi aux deux extrémités, souvent un peu asymétrique à la base, et en apparence légèrement pelté, quelquefois atténué, obtus au sommet, non denté, sinué, bien que quelquefois il puisse posséder 1-2 dents glanduleuses à la base. Les inflorescences sont isolées, triflores ; le pédoncule glabre mesure 6 mm. de long environ ; les pédicelles ont 10 mm. de long environ ; les boutons allongés, plus ou moins renflés au sommet, sont presque glabres ; les 5 sépales ont en moyenne 1 cm. de long ; les pétales sont grands, bifides ; l'ovaire allongé, hirsute, a des carpelles contenant de nombreux ovules superposés et un style bilobé au sommet, ces lobes étant eux-mêmes lobulés. Le fruit est globuleux, ou même un peu plus large que haut, non sillonné ; il contient un gros noyau très dur, cloisonné, avec des graines très comprimées, anguleuses. Il a été récolté par GREVÉ *(n° 97)* près de *Morondava*. Une variété *lorifolia* semble propre à la région du Sud-Ouest : *Tulear* (GRANDIDIER *n° 54*, GEAY *n° 35)* ; Forêt de *Lavanala* et *pays des Antanosy émigrés* (GRANDIDIER, *n° 55)*.

Il est intéressant de remarquer le polymorphisme assez considérable des feuilles dans un même échantillon (GREVÉ, *n° 97)*. Il s'agit d'une espèce à feuilles très probablement caduques : les feuilles de la base des rameaux qui se développent à la reprise de la végétation sont plus petites, quelquefois oblongues ($2^{cm}, 5/1^{cm}, 5$), quelquefois tronquées comme si elles avaient été coupées en deux transversalement et dentées au sommet, quelquefois profondément émarginées au sommet ; mais toutes sont arrondies et comme peltées à la base. Les feuilles adultes, les plus nombreuses, sont très longues et le plus souvent arrondies au sommet. — Aussi doit-on faire beaucoup de réserves au sujet de la variété *lorifolia* qu'a distinguée BAILLON.

20. Grewia saligna H. BAILLON (2). — Dans cette espèce, récoltée par BERNIER *(n° 175)* dans le Nord, les feuilles ont un limbe très allongé, linéaire-lancéolé, de 8 à 10 cm. de long et 1 à 2 cm. de large et qui est fortement asymétrique, une des moitiés, celle tournée vers le sommet de la tige, étant fortement développée, et formant même à la base une sorte d'oreillette. Les fleurs en sont inconnues ; elles sont réunies par deux ou trois en petites inflorescences axillaires. Le fruit est une drupe fortement bilobée, les deux lobes pouvant se séparer facilement l'un de l'autre. Des coupes montrent que chacun de ces lobes contient un noyau divisé en deux logettes par une cloison radiale, et que chaque logette est partagée, par des cloisons transversales, en petits compartiments renfermant chacun une petite graine. C'est donc bien dans cette série que doit se placer cette espèce.

---

(1) BAILLON. *loc. cit.*, p. 543.

(2) BAILLON. *loc. cit.*, p. 557.

21. Grewia Cyclea BAILLON (1). — Cette plante est un arbre qui a été récolté par GREVÉ *(n° 270)* à *Bekapake*, près de la rivière de *Morondava* et qui se distingue très aisément de ses congénères. Les rameaux sont épais, tomenteux, ferrugineux à l'état jeune. Les feuilles ont un pétiole tomenteux de 1-3 cm. de long et un grand limbe orbiculaire de 10 cm. de diamètre ; ce limbe est cordé à la base, aussi large au sommet qui peut être crénelé à crénelures dentées ou parfois lobé ; il est également denté tout autour, palminervé, tomenteux sur les deux faces. Les fleurs sont isolées ou par petites inflorescences 2-3 flores, axillaires, plus courtes que le pétiole. Les boutons sont obovoïdes ; il y a 5 sépales velus-étoilés, épais, de 5 mm. de long environ ; les pétales sont plus courts que les sépales ; l'ovaire globuleux a 6 ovules par carpelle et se termine par un style épaissi et quadrilobé au sommet. — Le fruit est malheureusement inconnu.

22. Grewia asiatica L. (2) — C'est un arbuste de 5-6 m. qui aurait été trouvé à Madagascar par CHAPELIER. Jamais cette plante asiatique n'a été trouvée par d'autres voyageurs et on peut se demander s'il ne s'est pas produit une confusion lors du rangement des collections de Chapelier. Cette espèce diffère en tout cas nettement du *G. Cyclea* malgré la forme et la dimension des feuilles qui sont identiques ; le limbe est non tomenteux et même glabre, quand il est complètement développé, à la face supérieure, les triades axillaires sont groupées par 5-8 non isolées, et ont un pédoncule tomenteux filiforme de 2 cm. de long, plus long que le pétiole.

---

(1) BAILLON. *loc. cit.*, p. 544.

(2) LINN. Mant, p. 122.

⁂

Il y a lieu d'examiner maintenant les espèces dont l'ovaire contient dans chaque carpelle un ovule dressé ou deux ovules également dressés et placés côte à côte.

23. Grewia picta H. Baillon (1). — C'est un arbrisseau qui a été récolté par Pervillé à *Nosy-Bé (n° 372-462)* et dans l'*Ambongo (n^os^ 573 et 657)* et par Boivin *(n° 2154)* à *Nosy-Bé.* Par son port, le *G. picta* ressemble singulièrement au *G. triflora* et surtout au *G. lavanalensis* ; disons de suite que les caractères différentiels les plus importants sont tirés de l'ovaire dont les carpelles contiennent un ovule dressé, et du fruit qui est petit, quadrilobé, chaque lobe n'atteignant pas la taille d'un pois. Il existe en outre un certain nombre de différences d'ordre secondaire séparant cette espèce : 1° du *G. lavanalensis ;* les feuilles sont plus minces, à petites dents triangulaires, aiguës, et les nervures basilaires sont moins ascendantes ; les inflorescences triflores ont un pédoncule et des pédicelles grêles beaucoup plus longs, de plus les pédoncules restent soudés avec l'axe sur une longueur de 2-3 mm. au-dessus de l'insertion de la feuille axillante de sorte que ces inflorescences sont, en apparence, supra-axillaires ; 2° du *G. triflora ;* la nervation est moins serrée et les nervures secondaires moins ascendantes ; les inflorescences sont isolées et supra-axillaires ; le bouton floral n'est pas hirsute. — Comme dans ces diverses espèces, les bractées à la base des pédicelles sont distinctes.

24. Grewia bracteata Baker (2). — Il s'agit d'une espèce que nous n'avons pas eue entre les mains, récoltée par Baron *(n° 5363)* dans le Nord-Ouest, et qui se rapproche du *G. picta* en particulier par les boutons globuleux. Nous la mentionnons ici bien que l'auteur ne parle pas de l'organisation de l'ovaire. Les feuilles ont un pétiole court (6 mm.), un limbe ovale-aigu, crénelé, glabre, vert sur les deux faces ; les cymes axillaires ont un pédoncule de $2^{cm}5$ de long, et les pédicelles courts sont toujours accompagnés d'une bractée ovale, persistante. Il est probable que cette espèce est identique à la précédente.

---

(1) Baillon. *loc. cit.*, p. 557.

(2) Baker. Further contributions to the Flora of Madagascar, *Journal of the Linnean Society*, XXV, p. 300 (1888).

25. **Grewia Baillonii** nom. nov. (1). — Il s'agit d'une plante originaire du nord de la région centrale (Baron *n° 5448)* qui se rapproche beaucoup du *G. picta* par l'aspect de ses feuilles ; celles-ci, parfaitement glabres à la face supérieure, sont douces au toucher et semblent pubérulentes en dessous ; on peut voir, à un très fort grossissement, que toute la face inférieure est couverte d'un feutrage de petits poils entremêlés. Il y a de grandes stipules ovales-acuminées, pubérulentes, persistantes, caractère assez particulier. Les inflorescences triflores ont un pédoncule tomenteux, avec 3 grandes bractées oblongues, acuminées ; les sépales, membraneux, pubérulents ont 6-7 mm. de long ; les pétales allongés n'ont pas une base profondément différenciée comme la plupart des autres espèces, ils sont simplement rétrécis en onglet à la base et sont papilleux sur la face interne. Le fruit est inconnu.

26. **Grewia glyphæoides** Baillon (2). — Cette espèce n'a été récoltée que par Grevé *(coll. 1, n° 24)* dans la région occidentale à *Morondava*. — Les feuilles ont un pétiole glabre et long (1-3 cm.) ; le limbe oblong, prolongé au sommet en une pointe obtuse, est glabre et présente, sur tout le pourtour, de petites dents arrondies ; d'un vert plus pâle à la face inférieure, il porte des poils simples sur les côtés des grosses nervures à leur insertion sur le pétiole. — Les inflorescences de 3 fleurs sont isolées à l'aisselle des feuilles ; les pédoncules et pédicelles glabres ont de 7-8 mm. de longueur ; les boutons floraux obovoïdes ont 7 mm. de long environ. Les sépales, de 10 mm. de long environ, sont velus ; les pétales, presque aussi longs que les sépales, ont une base bien différenciée ; l'ovaire a des carpelles biovulés et un long style à 4 branches stigmatiques assez longues, recurvées.

Le fruit est globuleux, non lobé d'après la description de l'auteur.

---

(1) Baker a décrit cette espèce sous le nom de *Grewia discolor (Journal of Linnean Society*, XXV, p. 300 (1889) ; ce nom ne saurait subsister Baillon ayant donné le même nom à une autre espèce malgache en 1886.

(2) Baillon. *loc. cit.*, p. 552.

N'ayant pas observé de fruit dans l'exemplaire n° 24, mais seulement une sorte de loupe sessile sur la tige et ayant l'aspect d'un fruit, je crains qu'il n'y ait eu, de la part du descripteur, une confusion résultant d'un examen rapide.

27. Grewia Baronii nom. nov. (1). — Le *G. Baronii* a été recueilli par Baron *(n° 5354)* dans le Nord-Ouest. C'est une espèce qui ressemble beaucoup au *G. Baillonii* et par conséquent au *G. picta* et qui est également voisine du *G. glyphæoides*. Comparons-la à chacune de ces espèces : 1° elle présente la même forme de feuilles, les mêmes grandes stipules lancéolées que le *G. Baillonii ;* les pétales, égaux aux sépales, ont probablement la même constitution, sans base différenciée en coussinet (nous n'avons fait qu'examiner à la loupe, l'échantillon d'herbier), mais ici, les pédicelles, renflés au sommet, les pédoncules, les stipules, le limbe sont glabres ; il y a au sommet du pédoncule trois petites bractées, larges, ovales, très caduques. Les inflorescences semblent souvent supra-axillaires se détachant de l'axe au niveau de la feuille immédiatement supérieure ; 2° le *G. glyphæoides* a de grandes stipules moins allongées, mais extrêmement caduques ; le limbe a des dents arrondies et n'est pas denté en scie comme dans le *G. Baronii,* et les sépales, très velus, les pétales différenciés, sont nettement plus grands ; 3° les feuilles du *G. picta* ont des stipules beaucoup plus petites, persistantes ; les boutons floraux plus petits, au lieu d'être simplement pubérulents, portent, outre de nombreux petits poils étoilés, de grands poils simples ; les pédicelles sont plus grands et grêles, non fortement renflés au sommet.

---

(1) Baker a décrit cette espèce [*Journal of the Linnean Society,* XXV, p. 301, (1889),] sous le nom de *G. celtidifolia.* Ce nom a déjà été employé par de Jussieu pour une espèce asiatique.

(A suivre.)

AU VOISINAGE DES LIMITES DE LA GERMINATION

DANS LES

GRAINES DE *LEPIDIUM SATIVUM*

par **M. Pierre LESAGE**

(fin)

Le deuxième tableau montre des différences plus marquées. Il donne, en millimètres, les dimensions moyennes (R + H) des plantules après 14 jours de semis.

Suite de l'essai du 5 avril 1916.

Les graines ont été passées dans l'alcool absolu, au préalable :		Moyennes des R + H après 14 jours de semis des graines de :									
		1908		1909		1910		1911		1915	
		C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
		mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
oui	sur eau de source	4	2,5	6	4	3,5	2,5	95	72	93	70
	sur H^2O^2 à 0^{vol} 23	13	20	10	28	13	21	18	75	16	83
non	sur eau de source	3	2,5	5,5	7,5	3	4	80	71	93	73
	sur H^2O^2 à 0^{vol} 23	11	18,5	9	24	12	17	22	83	14	73

Ici l'action de l'eau oxygénée s'accuserait mieux sur les vieilles graines. Quant au renouvellement des liquides, on voit qu'il est favorable à la croissance de l'embryon dans l'eau de source, mais qu'il a pour résultat un ralentissement marqué de cette croissance dans l'eau oxygénée. Nous y reviendrons.

L'action de l'eau oxygénée ne ressortait pas d'une façon remarquable dans l'essai du 5 avril ; cela tenait peut-être à ma solution. Alors j'ai fait une nouvelle série d'expériences avec 6 solutions différentes obtenues en partant de l'eau oxygénée à 1 vol. 7 (au quart de mon eau oxygénée du commerce) et la diluant à 1/2, 1/4 etc..., ce qui m'a procuré les six solutions suivantes à : 1 vol. 7, 0 vol. 85, 0 vol. 42, 0 vol. 21, 0 vol. 10, 0 vol. 05. Dans cette série, j'ai supprimé les graines de 1911, le passage dans l'alcool absolu et l'eau de source. Les expériences ont duré du 20 mai au 3 juin, soit 12 jours, et la température a varié de 18° 5 à 22°. J'ai réuni les résultats dans le tableau suivant qui donne le nombre de graines germées sur 20 semées dans les solutions changées ou non changées, les moyennes R + H des dimensions des jeunes plantules après les 12 jours de semis.

Essai du 20 Mai 1916.

GRAINES DE :	Nombre de graines germant après 12 jours dans H^2O^2 à :											
	$1^{vol}, 7$		$0^{vol}, 85$		$0^{vol}, 42$		$0^{vol}, 21$		$0^{vol}, 10$		$0^{vol}, 05$	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
1908	0	8	13	12	12	7	13	11	17	10	12	7
1909	3	12	10	17	16	19	16	15	16	18	17	8
1910	3	7	14	14	11	17	17	15	11	12	17	15
1915	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Moyennes des R + H, en millimètres, après 12 jours de semis.											
1908	0	18	5	31	7	24	7	26	9	26	11	4
1909	3	15	7	33	8	22	10	18	13	12	12	7
1910	4	25	6	54	8	34	10	31	12	8	28	27
1915	4	27	6	70	8	76	14	80	32	82	68	79

Ce tableau montre que la germination des vieilles graines se fait le plus mal surtout dans l'eau oxygénée à 1 vol. 7. Le renouvellement des solutions présente des avantages variables quant au nombre des germinations ; il est nettement défavorable dans la solution à 1 vol. 7 ; il est encore plus nettement défavorable à la croissance de la plantule dans toutes les solutions.

Enfin, dans une troisième série faite du 2 juin au 12 juin 1916, à une température variant de 17° à 20°, j'ai comparé la germination des graines de 1908 et de 1915 dans les 6 solutions précédentes et dans de l'eau de source, liquide changé et non changé.

Voici un tableau qui donne les nombres de graines germées sur 20 semées, et les moyennes de R + H, en millimètres, après 10 jours de semis.

Essai du 2 Juin 1916

GRAINES DE :	Nombre de graines germant après 10 jours dans H^2O^2 à :															
	$1^{vol},7$		$0^{vol},85$		$0^{vol},42$		$0^{vol},21$		$0^{vol},10$		$0^{vol},05$		$0^{vol},00$		$0^{vol},00$	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	CN	C	CN	C	NC
1908	0	3	6	12	15	13	16	16	16	15	12	9	14	14	14	7
1915	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Moyennes des R + H, en millimètres, après 10 jours de semis.															
1908	0	3	5	7	7	8	7	12	8	14	10	9	2	1,3	1,5	2
1915	4	25	6	69	8	82	13	78	24	74	66	69	92	69	90	68

Là encore la germination des graines de 8 ans ne se fait pas ou se fait le plus mal dans la solution à 1 vol. 7 et le mieux dans l'eau oxygénée à 0 vol. 42, 0 vol. 21 et 0 vol. 10. Dans ces solutions elle se fait un peu mieux que dans l'eau de source représentée par 0 vol. 00, dans deux semis.

Le renouvellement quotidien de ces liqueurs a un effet peu marqué pour ces mêmes solutions et pour l'eau de source ; il aurait un effet inverse aux deux extrêmes de la série des solutions et cela peut se comprendre. Les solutions fortes ont une action défavorable à la germination, le renouvellement des liquides répète cette action défavorable tandis que, dans les liqueurs non renouvelées, l'eau oxygénée se détruisant de bonne heure, l'action défavorable disparaît ; les solutions faibles ont une action favorable, leur renouvellement prolonge cette action favorable.

D'après tout ce que nous avons vu et d'après ce dernier tableau, l'eau oxygénée étendue peut favoriser la germination à ses débuts et la proportion des vieilles graines germées augmente ; mais cette eau oxygénée est défavorable à la croissance ultérieure de l'embryon comme le démontrent les moyennes R + H, dans les solutions de plus en plus étendues et leur comparaison dans les mêmes solutions changées ou non changées, aussi bien pour les jeunes graines que pour les vieilles.

Un fait que mes tableaux ne peuvent indiquer est le suivant. Dans l'eau oxygénée convenablement étendue, les graines germent assez rapidement et libèrent leur plantule beaucoup plus rapidement que dans les autres semis essayés, par exemple que dans l'eau de source.

Ajoutons que quand, ne pouvant faire germer des graines vieilles ou des graines jeunes rendues apparemment inaptes à germer par des traitements divers, je mettais ces graines dans de l'eau oxygénée étendue, en désespoir de cause, bien souvent je les ai vues germer. Voici deux exemples. Vingt graines de 1911, ayant séjourné dans l'éther de pétrole pendant 4 ans et 7 mois, du 11 février 1912 au 8 septembre 1916, sont mises à germer entre buvards humides le 8 septembre ; le 11 septembre, une seule graine germe, les 19 autres ne germent pas. J'en retire 10 non germées et les mets sur H^2O^2 à 0 vol. 45 où elles germent : le deuxième jour il y en a 5, et le huitième jour il y en a 9 de germées, la dixième reste inactive. Elles libèrent des plantules qui restent courtes, trapues parce qu'elles sont dans H^2O^2. Ce n'est pas tout. Des 10 graines restées entre buvards humides, une seule est germée et les 9 autres ne le sont pas encore le 16 septembre. Alors j'en prélève 5 non germées que je mets sur H^2O^2 à 0 vol. 45 ; dès le 17 septembre, la germination s'annonce et le 19 il y a 4 plantules libérées sur ces 5 graines. Pendant ce temps, aucune nouvelle graine n'a germé entre les buvards humides. Ajoutons cependant que, le 24 septembre, la germination a commencé péniblement sauf pour une graine restée inactive. De telle sorte que, finalement, l'action de l'eau oxygénée se ramènerait à une accélération de la germination.

Un autre exemple. Parmi 20 graines maintenues dans l'air humide, à E H = 1, pendant plus de cinq mois, 2 y ont germé et 18 n'ont pas germé ; ces 18 graines, mises entre buvards humides, ont germé progressivement excepté 2 qui ne germaient pas encore le vingtième jour. Alors je les mets sur H^2O^2 à 0 vol. 45 ; elles commencent à germer en moins de 2 jours et, après 3 jours, elles avaient sorti une plantule vert-jaunâtre ayant de 5 à 6 m/m de R + H.

Pourquoi ces graines, aptes encore à germer puisqu'elles germent dans H^2O^2, n'ont-elles pas germé entre buvards humides ? Il est difficile de répondre à cette question d'une façon précise. Toutefois on est amené à penser que le papier buvard ou l'eau qui l'imprègne peuvent apporter eux-mêmes une cause défavorable, par exemple des microbes. Il y a une part de vérité dans ce que je viens de dire si je m'en rapporte à l'essai suivant.

Des graines de Cresson alénois de 1911 ont été mises dans l'alcool absolu du 9 février 1912 au 19 septembre 1916 (plus de 4 ans 7 mois). Retirées le 19 septembre, j'en sème 15 entre buvards humides mis à tremper dans l'eau de source ordinaire, et 15 entre buvards qui ont été maintenus dans l'eau bouillante pendant plus d'un quart d'heure, et refroidis lentement dans cette même eau. Le 21 septembre, c'est-à-dire deux jours après, je trouve 2 graines germées dans le premier cas et 5 dans le second cas. Est-ce le hasard, est-ce une coïncidence ? Régulièrement nous pouvons dire que le papier buvard bouilli, imprégné d'eau bouillie, est plus favorable à la germination que le buvard ordinaire imprégné d'eau de source non bouillie. Pourquoi ? Probablement parce qu'il est stérilisé en totalité ou en partie et que les graines vieilles traitées par l'alcool ont une énergie germinative réduite que les microbes peuvent concurrencer plus ou moins. En réalité il n'y a eu ici qu'une différence de vitesse dans la germination, puisque 5 graines sont germées le 30 septembre, dans les deux cas.

Ceci nous montre combien sont délicates les expériences de germination des graines de *Lepidium sativum* et que le germoir, au moins dans le cas des vieilles graines, peut produire des variations assez considérables suivant qu'il est représenté par la mousse humide, le terreau humide, la mince couche d'eau, le buvard humide ordinaire ou le buvard humide bouilli. D'après ce que nous venons de voir, la germination se ferait encore sur l'eau oxygénée convenablement diluée, quand elle ne se fait plus ailleurs. Mais cette eau oxygénée est nocive pour la plantule qu'elle empêche de prendre son plein développement.

Quant à rechercher le mode d'influence de l'eau oxygénée, ma compétence en chimie limite trop mes moyens pour discuter l'interprétation de Demoussy. Les graines mises dans cette eau oxygénée s'entourent de bulles d'un gaz qui doit être de l'oxygène puisque, en présence des matières organiques, l'H^2O^2 se décompose en H^2O et O. Demoussy envisage seulement l'action de l'oxygène ; ne pourrait-on pas songer aussi à l'H^2O comme à l'état naissant ? Je n'insiste pas.

En ce qui concerne l'action microbicide, je regrette que Demoussy l'établisse sur des expériences faites à 27° ; à une température plus basse, vers l'optimum, les arguments auraient pris plus de portée. Je crois à une action microbicide, mais à une action bien limitée puisqu'il faut renouveler le liquide ce qui éloigne un peu l'esprit de cette action, et puisque des effets comparables sont obtenus sur mince couche d'eau de source renouvelée.

Les produits d'exosmose ne doivent pas être négligés.

Germinations graduées.

Si on envisage une plante phanérogame à ses débuts, en partant de la germination de l'œuf qui lui donne naissance, on a la succession suivante des phénomènes. L'œuf germe et, par division répétée des cellules, forme un massif cellulaire qui est l'embryon ou la plantule plus ou moins développée et plus ou moins différenciée dans la graine, suivant les plantes. A un certain moment la croissance cesse et la plantule passe à l'état de vie ralentie ou suspendue. Cet état peut durer longtemps, comme on le sait. Quand la graine se trouve dans certaines conditions nécessaires et suffisantes, la plantule reprend à s'accroître et on dit que la graine germe. A partir de ce moment, la croissance se fait rapidement ou lentement, mais toujours sans un arrêt comparable à celui qui se produit au stade graine, et cette croissance a pour résultat la formation de la plante adulte. On peut schématiser cela par les termes :

1re période de croissance ;
Arrêt ;
2e période de croissance et plante adulte.

Imaginons un développement plus compliqué, tel que :

1re période de croissance ;
1er arrêt ;
2me période de croissance ;
2me arrêt ;
3me période de croissance etc..

Dans ce nouveau schéma, le développement depuis l'œuf jusqu'à la plante adulte présenterait *n* stades d'arrêt plus ou moins comparables au stade d'arrêt de la graine avec vie ralentie ou suspendue de la plantule. Alors théoriquement, ce schéma permettrait de donner à *n* plusieurs valeurs.

En réalité *n* peut-il prendre plusieurs valeurs dans la nature? Oui, puisqu'on en connaît deux.

$$n = 0 ; n = 1.$$

Le cas de $n = 1$ est celui de toutes ou de presque toutes les Phanérogames.

Le cas de $n = 0$ est réalisé par des plantes qui, comme les *Rhizophora*, ont des graines qui germent sur la plante-mère, développent un embryon de plus en plus gros, lourd et qui, finalement, se détache par son propre poids, tombe dans la vase où il continue de se développer. Dans ces plantes la croissance est continue, de la germination de l'œuf à la plante adulte ; il n'y a pas de stade d'arrêt.

Mais *n* peut-il prendre une valeur différente de 0, de 1 ? On peut se hasarder à répondre oui si on se reporte aux expériences de Th. de Saussure (1) dans lesquelles les graines de certaines plantes, dont le *Lepidium sativum*, ayant commencé à germer, mises à dessécher à l'air libre, reprennent à germer après un temps plus ou moins long, au retour de l'eau. Alors *n* serait égal à 2. En imaginant *n* plus grand que 2, nous aurions quelque chose comme une série de germinations successives ou une germination graduée, intéressante à envisager théoriquement et peut-être pratiquement pour y trouver une source possible de variations et peut-être de variétés.

Mais revenons à mes expériences personnelles sur les graines de Cresson alénois, j'y ai trouvé $n = 2$, au moins, et dans des conditions un peu différentes de celles dans lesquelles a opéré Th. de Saussure. Voyons ces expériences et d'abord les observations qui ont amené à les faire.

C'est lors de l'étude des graines mises dans l'air humide, avec $E H = 1$, que j'ai fait ces observations. A des températures inférieures à l'optimum, 21°, la germination se faisait peu ou pas du tout, comme je l'ai indiqué précédemment, en donnant des exemples.

---

(1) Voir Duchartre, *Éléments de Botanique*, 3e édition, 1885, p. 826.

Dans quelques cas, une ou un petit nombre de graines commençaient à germer d'une façon apparente. Il y avait, à ce point de vue, des différences individuelles nombreuses. D'autre part, j'ai dit que j'ai essayé les graines ayant séjourné plus ou moins longtemps à E H = 1, en les semant entre buvards humides. Parmi ces graines il s'en est trouvé qui avaient certainement manifesté un commencement d'activité, de germination, et étaient demeurées pendant plusieurs jours dans un état stationnaire ; entre buvards humides elles reprenaient à germer. J'ai constaté ce fait plusieurs fois. C'est à ce moment que l'idée des germinations graduées m'est venue à l'esprit et, comme je me trouvais, en même temps, à une période où la température était de 20° ou voisinait 21°, 22°, comme les graines germaient plus nombreuses sur mes flotteurs à E H = 1, j'ai cherché à m'assurer de la possibilité d'une germination graduée.

Voici une première expérience. Des graines sont mises sur flotteurs à E H = 1, le 15 août, à 22°, 5. Trois jours après, le 18 août, à 21°5, je constate que les graines ont commencé à germer, sortant 1 ou 2 m/m. de racine. A ce moment, je les mets sur flotteurs à E H = 0, 96 et 0, 97. Je vérifie alors deux choses :

1° A EH = 1 les graines continuent d'allonger leur racine, accusant ainsi la continuité de la germination.

2° A EH = 0,96 ou 0,97, il y a un arrêt très net de la germination.

Le 21 août, 3 jours après, à 20°, 5, je retire les graines des flotteurs à E H < 1 et je mets entre buvards humides. Le 27 août, ces graines ont repris à germer et ont fourni des plantules sensiblement égales à celles d'un témoin dont les graines ordinaires avaient été semées le 21 août.

J'avais bien là une germination graduée.

En raisonnant ce cas d'autant plus intéressant pour moi que, je l'avoue, j'avais perdu de vue les expériences de Th. de Saussure, j'en suis arrivé à envisager le plus possible des conditions dans lesquelles les germinations graduées peuvent se réaliser.

Conditions de 1^re^ germination : température, milieu, durée qui s'accompagne des dimensions plus ou moins grandes que prennent les plantules ;

Conditions du 1^er^ arrêt : température, milieu, durée ;

Conditions de la reprise ou 2^me^ germination ;

Conditions d'un 2^me^ arrêt etc...

C'est tout un programme qui s'ébauche ainsi. Nous verrons plus tard ce qu'on en peut tirer.

Pour le moment, mes expériences s'arrêtent à la durée de la première germination et à la durée du 1^{er} arrêt suivi de reprise de la vie active. Voici une dernière expérience.

Des graines de 1911 à 1916 ont été mises sur flotteurs, à E H = 1, à 22° le 2 septembre 1916 ; la germination est devenue apparente dès le troisième jour et j'ai donné précédemment un tableau indiquant le nombre des graines germées le 11 septembre, c'est-à-dire 9 jours après les semis. Je rappelle ces nombres sur 20 graines semées = 8, 3, 7, 2, 14, 0. J'ai fait remarquer particulièrement les graines de 1916 qui ne germaient et qui ne germent pas encore nettement après plus de 25 jours ; il y a là un point qu'il y aura lieu d'élucider plus tard.

Mais revenons à nos germinations graduées. Je les ai essayées sur les graines de 1913 et de 1915, mises sur 4 flotteurs à raison de 2 flotteurs par année. J'ai pris, pour chaque année, le flotteur portant le plus de graines germées à E H = 1, soit 7/10 pour 1913 et 9/10 pour 1915 ; je l'ai transporté dans une boîte en verre contenant une solution à 4 $^{\circ}/_{0}$ de NaCl, ce qui fournit un état hygrométrique voisin de 0, 97. Je n'ai pas mesuré exactement R + H pour éviter le plus possible de déposer des germes sur les cultures ; mais j'ai pu constater rapidement dans le transport, et par transparence au travers du couvercle en verre, que les dimensions les plus grandes étaient de 4 à 6 $^{m}/^{m}$ pour les graines de 1913 et de 15 à 16 $^{m}/^{m}$ pour les graines de 1915.

J'ai laissé ces graines dans cet état jusqu'au 21 septembre, c'est-à-dire pendant 10 jours. A ce moment je les ai sorties pour les semer entre buvards humides ayant séjourné 15 à 20 minutes dans l'eau bouillante, puis refroidie, j'ai mesuré R + H et j'ai fait 4 lots en séparant les graines dont la germination était le plus avancée des graines en retard pour chaque année. Voici les mesures de R + H dans chaque lot.

Graines de 1913 { 1^{er} lot = 5^{mm}, 4. 3. 2. 1,5
{ 2^{e} lot = 2^{mm}, 1. 0. 0. 0.

Graines de 1915 { 1^{er} lot = 16^{mm}, 8, 10, 7, 6 ;
{ 2^{o} lot = 4^{mm},4, 3, 3, 0.

On doit remarquer tout de suite que la germination a été arrêtée, puisque les dimensions de R + H n'ont pas augmenté.

Le 22 septembre, après 24 heures de semis entre buvards humides, toutes les graines ont repris à germer comme le montrent les dimensions de R + H.

Graines de 1913 { 1er lot = 11, 8, 9, 8, 7^{mm} ;
2^{e} lot = 6, 6, 2, 3, 2^{mm} ;

Graines de 1915 { 1er lot = 20, 13, 12, 13, 11^{mm} ;
2^{e} lot = 8, 8, 9, 7, 0^{mm}, 5.

D'où il résulte qu'il y a eu un allongement moyen de R + H égal à 5^{m}/^{m} 5 et 3^{m}/^{m} 5, pour les graines de 1913 ; à 4 m/m et 3^{m}/^{m}, 5 pour les graines de 1915.

Le 24 septembre les plantules libérées sont vertes et R + H est égal en moyenne = à 24 m/m et 29 m/m, pour les graines de 1913 ; à 25 m/m et 20 m/m, pour les graines de 1915.

Ces expériences ne sont pas arrêtées ; mais je dois me limiter.

Aussi bien, les nombreuses expériences que je viens de décrire forment un tout que je crois intéressant dans son ensemble et dans beaucoup de ses détails. Cela me suffit pour en justifier la publication.

Il est difficile de résumer un tel ensemble ; je me contenterai, pour terminer, de rappeler les principaux points de ces divers essais.

Dans les solutions de potasse. — L'essai des graines dans les solutions de potasse m'a amené à indiquer un procédé assez rapide pour reconnaître si ces graines peuvent encore germer, sans attendre leur germination. Placées dans la solution normale de potasse diluée à 1/128 ou à une dilution plus grande encore, les graines qui colorent la solution en jaune, ne germent plus et celles qui ne colorent pas la solution en jaune germent encore.

Dans les solutions alcooliques. — L'essai de bonnes graines dans les solutions alcooliques plus ou moins diluées, après des séjours variés dans ces solutions, a permis de reconnaître que les limites de germination se trouvent sur une courbe construite en prenant, pour ordonnées, les durées de séjour et, pour abscisses, les dilutions. Cette courbe est concave vers le haut et présente trois points intéressants dont le plus important est celui qui correspond à la limite de germination après séjour dans l'alcool absolu. Il correspond à la dilution 0 et à un temps que je ne connais pas encore, mais qui dépasse 4 ans et 7 mois. On voit par là qu'on peut immerger des graines de *Lepidium sativum* dans l'alcool absolu, pendant longtemps, sans crainte de détruire leur faculté germinative.

Dans l'éther de pétrole et l'éther ordinaire. — Les graines de Cresson alénois peuvent encore germer après 4 ans et 7 mois de séjour dans l'éther de pétrole. Elles perdent leur faculté germinative assez rapidement dans l'éther ordinaire.

Dans les solutions salines. — Des essais dans les solutions de chlorures, nitrates, sulfates de K, Na, AzH^4, ont fourni des courbes des limites de germination comparables à celle de l'alcool. Construites en prenant, pour abcisses, les concentrations en molécules-grammes, ces courbes sont loin de coïncider ; on peut en déduire que si la force osmotique de ces solutions intervient, elle ne dirige pas uniquement les phénomènes. En revanche, en cherchant la limite de concentration en molécules-grammes, au-dessous de laquelle la germination commence encore dans les solutions elles-mêmes, et au-dessus de laquelle cette germination ne se fait plus, on voit que, pour tous les sels employés, cette limite est voisine de $0^{mol},40$, ce qui indique que la force osmotique joue un rôle important dans cette germination.

Influence des prélèvements, de la durée d'immersion, du germoir. — Dans les essais après immersion prolongée des graines dans les solutions alcooliques, salines, ou même dans l'eau de source, il faut tenir compte de la manière de faire les prélévements qu'il serait préférable de réduire à un seul par flacon ; de la durée de l'immersion, durée pendant laquelle l'asphyxie de l'embryon peut survenir, sa mort être provoquée par les produits plus ou moins toxiques exosmosés. Les essais des graines retirées des solutions se faisant dans un germoir, la nature de ce germoir a de l'influence sur les résultats. La germination se fait mieux entre buvards humides que dans la mousse humide, que dans le terreau humide et que sur mince couche d'eau. Entre buvards bouillis, elle se fait mieux encore. Enfin, sur mince couche d'eau oxygénée convenablement diluée, cette germination peut encore se faire, quand elle ne s'effectue pas ailleurs.

Dans l'air humide. — Sur flotteurs paraffinés, flambés, flottant sur de l'eau distillée dans une boîte en verre fermée hermétiquement, les graines de *Lepidium sativum* peuvent germer ; mais il y a de grandes différences individuelles et le nombre des germinations est sous la dépendance de la température de telle sorte que, même au voisinage de la température optima, 21°, les variations peuvent être considérables. Les graines qui n'ont pas germé à l'état hygrométrique égal à 1, n'ont pas encore perdu leur faculté germinative après plus de 5 mois de séjour dans l'air humide saturé. Les graines de Cresson alénois ne germent pas à un état hygrométrique plus petit que 1, par exemple égal à 0,98. Au point de vue de l'âge, les graines d'un mois n'ont pas encore germé, après 25 jours, à l'état hygrométrique égal à 1, quand des graines d'un an, de 2, 3, 4 et 5 ans ont commencé à germer dès le troisième jour, dans les mêmes conditions.

Dans l'eau oxygénée. — Les graines vieilles ou jeunes mais plus ou moins modifiées par le milieu où on les a placées, peuvent encore germer dans l'eau oxygénée convenablement diluée et renouvelée, quand leur germination se fait mal ou ne s'effectue plus dans les autres germoirs. Voici un exemple pour de vieilles graines. Sur 10 graines de 8 ans, après 14 jours de semis sur eau de source, entre buvards humides, sur eau oxygénée à 0 vol. 45 : 5 ont sorti 1 à 2 mm. de racine, dans le premier cas ; 6 ont fourni une racine de 2 à 5 mm. dans le second cas ; et 5 ont libéré leur plantule dans l'eau oxygénée.

Dans les solutions obtenues en partant de l'eau oxygénée à 6 vol. 8 et diluée à 1/2, 1/4, 1/8 etc., la germination se faisait encore dans la dilution au quart ; mais ne se faisait plus à 1/2. L'action de l'eau oxygénée est rendue plus efficace en renouvelant chaque jour le liquide ; mais il faut remarquer aussi que, dans des cultures sur mince couche d'eau de source, le renouvellement de cette eau produisait des effets comparables. L'eau oxygénée convenablement diluée favorise, au début, la germination des graines qui libèrent rapidement leur plantule ; mais elle retarde beaucoup la croissance de cette plantule qui reste courte, trapue.

Germinations graduées. — Des graines ayant commencé à germer dans l'air humide, à l'état hygrométrique égal à 1, mises ensuite à un état hygrométrique égal à 0, 97, ont cessé de germer ; après un arrêt de 10 jours, ces mêmes graines ont repris à germer quand on les a placées entre buvards humides. J'ai réalisé ainsi la germination interrompue de Th. de Saussure, mais par un autre moyen que celui qu'a employé cet auteur.

Rennes, le 30 septembre 1916.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, *seront résumés dans les* NOTES BIBLIOGRAPHIQUES *ou signalés dans les* RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'école de médecine d'Alger.

BEAUVERIE, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

BERTHAULT, docteur ès sciences.

BLARINGHEM, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

BOERGESEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BOUDIER, correspondant de l'Institut.

BOUTROUX, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BROCQ-ROUSSEU, docteur ès sciences.

BUCHET, préparateur à la Sorbonne.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

COLIN (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

COMBES (Raoul), docteur ès sciences.

COSTANTIN, membre de l'Académie des Sciences.

COUPIN, chef de travaux à la Sorbonne.

DANIEL, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

DASSONVILLE, docteur ès sciences.

DEVAUX, professeur à l'Université de Bordeaux.

DOP (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

DUBARD, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

DUCAMP, docteur ès sciences.

DUCELLIER, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Juillet 1917

N° 343

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1917

I. — HOMMAGE A LA MÉMOIRE DE TH. LESTIBOUDOIS, par M. **J.-C. Costerus** 193

II. — RECHERCHES SUR LE GENRE *GREWIA (suite)*, par M. **René Viguier** 196

III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 224

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.**

Les Fils d'Emile **DEYROLLE**, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets
d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales → Physiologie - Technologie ←

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce.

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10× 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32cm×23cm* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

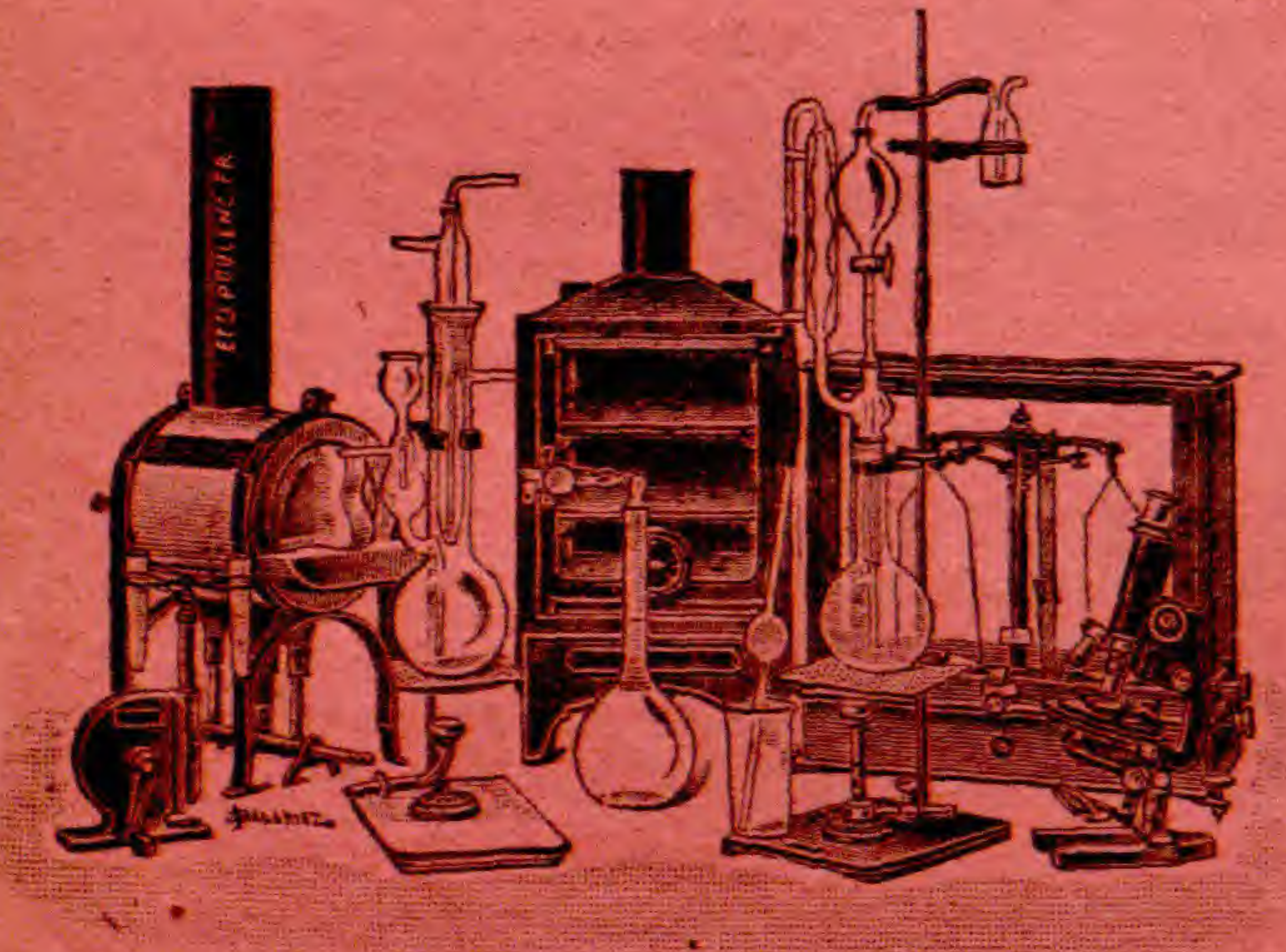
Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr.; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR

ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires

PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

E. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie^

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la Micrographie et la Bactériologie.

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit**.

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY.   *Le Gerant :* HENRI BOULOY.

HOMMAGE
A LA MÉMOIRE DE TH. LESTIBOUDOIS(1)

par M. J.-C. COSTERUS

Les observations de Lestiboudois sont des modèles d'exactitude et d'intelligence, d'intuition lorsqu'il s'agit des structures les plus compliquées. Malgré les ressources imparfaites de son temps, il savait approfondir l'organisation des fleurs les plus bizarres, longtemps avant l'invention des instruments de notre époque, par exemple le microtome. Je me réserve le grand plaisir de citer deux exemples de son intelligence à propos des recherches que j'ai faites en 1915 et 1916 sur la fleur des Zingibéracées et celle du *Canna* (2).

I. Canna.

Voici la description que Lestiboudois donna de la fleur du *Canna :* « il y a un calice supère à six pétales, trois extérieurs plus courts et libres, trois intérieurs soudés à la base, alternant avec les premiers ; trois étamines stériles (staminodes) extérieures, dressées : l'intermédiaire plus courte, et avortant quelquefois complètement. Ces trois staminodes répondent aux sépales extérieurs ; mais comme ils sont portés du même côté de la fleur, deux des sépales intérieurs paraissent, au premier coup d'œil, répondre autant aux grands staminodes qu'aux deux incisions qui les séparent du staminode intermédiaire. Le *Canna* a, en outre, trois étamines intérieures, dont deux stériles et une anthériférique ; elles sont alternes avec les staminodes extérieurs, l'une stérile, révolutée, libre, répond exactement à un sépale interne et au large intervalle qui sépare les deux grands staminodes extérieurs, les deux autres, l'une stérile et l'autre anthériférique, sont presque entièrement soudées entre elles, et en partie avec le style, elles répondent aux incisions qui séparent les deux grands staminodes du plus petit, qui est intermédiaire, et par conséquent aux deux autres sépales internes «.

---

(1) Voir ses articles dans les *Mém. de la Soc. royale des Sc. de Lille, Ann. des sc. nat.*, 1e Série, T. XVII, T. XX, 2e Série, T. XVII).

(2) Das Labellum und das Diagram der Zingiberaceen. (*Ann. du jard. bot. de Buitenzorg.* 2e Série, Vol. XIV,

A fresh investigation into the structure of the flower of Canna (*idem*).

Die Ubereinstimmung und der Unterschied in Bau der Blumen von Canna und derjenigen der Marantaceen (*idem*, Vol. XV).

L'unique erreur que Lestiboudois fait dans cette description, c'est que seulement le staminode intermédiaire (qui n'est pas toujours présent) et celui qui est opposé au style, sont extérieurs, tandis que, au contraire, *le troisième appartient sans aucun doute au cercle intérieur des staminodes.* En effet, d'après ce que nous savons aujourd'hui, les staminodes extérieurs ne surpassent jamais le nombre 2 chez les *Canna* ni chez les autres Marantacées. Ce n'est que dans quelques hybrides de M. Crosy que le troisième staminode va reparaître. Quant aux autres étamines, j'ai pu constater que Lestiboudois a parfaitement bien observé qu'il y en a deux qui sont soudées, l'une stérile et l'autre anthériférique ; seulement l'anthériférique n'appartient pas au cercle intérieur, étant en effet ou le remplaçant ou le dédoublement d'un staminode *extérieur,* à savoir l'intermédiaire. Afin de corriger la description de Lestiboudois nous n'avons qu'à échanger le staminode anthériférique contre le « troisième » staminode extérieur, de sorte que celui-ci devient intérieur, tandis que l'autre recule vers le cercle extérieur. Cette correction faite, je tiens à affirmer que Lestiboudois a le mérite d'avoir montré le premier qu'il existe dans la fleur du *Canna* une sorte de synème, composé d'un staminode stérile et d'une étamine à anthère fertile. Néanmoins presque tous les botanistes, jusqu'à ce jour, ont persisté à parler d'une étamine semi-pétaloïde.

Il y a une autre observation de Lestiboudois qui exige notre admiration, surtout lorsque nous considérons que la fleur du *Canna* se présentait de son temps sous des formes petites et bien différentes de leur exubérance actuelle. C'est à ce savant que revient l'honneur d'avoir découvert les deux *styles rudimentaires* (les « stylodes ») qui constituent avec le style aplati et excentrique la partie supérieure du pistil. Cette remarquable découverte a toujours été négligée ou même ridiculisée jusqu'à ce que le microtome soit venu à notre aide. Or, les minces coupes que permet cet instrument, montrent que le même faisceau vasculaire qui parcourt les sépales et les staminodes extérieurs, pénètre aussi bien dans l'axe des styles rudimentaires que dans celui du style fertile. Ces styles offrent un guide infaillible à celui qui veut comprendre la valeur morphologique de toutes les parties de la fleur du *Canna.* Ajoutons que tout ce qui concerne la fleur du *Canna* s'applique de la même manière à celles des autres Marantacées.

Le chemin, si nettement indiqué par Lestiboudois, a malheureusement été abandonné. Regrettable est aussi le fait que les botanistes français, ainsi que les allemands, ont cru trouver pendant des dizaines d'années une solution dans des *théories* qui s'appuyaient principalement sur des fictions et des suppressions.

II. Zingibéracées.

Lestiboudois encore a été le premier à voir ou à deviner l'organisation de cette famille qui, après lui et avant Eichler, n'a jamais été bien comprise. Citons d'abord dans ses propres termes le point principal : « le troisième staminode externe est avorté ou confondu avec le synème ». En vérité, en examinant le synème (ou labelle), nous ne tardons pas à trouver trois systèmes de nervation, distinctement différenciés. Les systèmes latéraux se rapportent à deux staminodes intérieurs, le médian correspond à un des staminodes extérieurs. Ceci se confirme quand on examine une coupe longitudinale qui passe en même temps par le sépale et l'axe du synème ; on voit alors que les vaisseaux qui les parcourent ont la même origine, c'est-à-dire sont des branches du même faisceau vasculaire.

Voilà donc la preuve anatomique que Lestiboudois a vu juste e que mon compatriote, Dr. van Hall, en 1858. ne s'est pas trompé quand il exprima son opinion par ces mots : *quae Lestiboudois investigando invenit, magni pretii esse, ejusque sententiam de floris Zingiberacearum structura rectam se habere, et unicam veram esse* ».

Quant à la comparaison faite par Lestiboudois entre le synème du *Canna* et celui des Zingibéracées, j'ai à remarquer qu'elle serait juste, si le staminode anthériférique du *Canna* appartenait au cercle intérieur. Dès que j'ai pu prouver qu'il n'en est pas ainsi, je suis arrivé à une toute autre conclusion, à savoir que dans les Zingibéracées, le plan de symétrie passe par l'étamine fertile et le milieu du synème, tandis que chez le *Canna* et les autres Marantacées le synème et le labelle (révoluté), opposés l'un à l'autre, sont situés des deux côtés de ce plan de symétrie.

Cette remarque, s'appuyant sur des recherches récentes, est bien loin de diminuer les grands services que Lestiboudois a rendus à la morphologie moderne, dont il a le mérite d'être un des principaux fondateurs.

Hilversum (Hollande), mars 1917.

Recherches sur le genre GREWIA

par M. René VIGUIER

(suite)

28. Grewia pamanziana nom. nov. (1). — D'après Baillon, cette plante a l'organisation florale du *Grewia picta ;* le fruit est formé de 1 à 4 petites coques libres, obovoïdes. Les pédoncules ont 1^{cm}5 de long et les pédicelles 1 cm. — Les feuilles pâles sont ovales-acuminées, crénelées-dentées, cordées à la base. Le pétiole atteint 7-10 mm. de long, le limbe de 4^{cm}5 à 7 cm. de long et 3-4 cm. de large. Il y a 2 petites stipules caduques. Les inflorescences sont deux fois plus courtes que les feuilles, avec des pédicelles égaux aux pédoncules. — (Boivin *(n° 3342, ins. Comor., Pamanzi, ad mare).* —

Ces données nous suffisent pour ranger cette espèce à côté des *G. picta, Cloiselii* etc. dont elle semble se distinguer surtout par les fruits.

Cette espèce diffère 1° du *G. picta* qui a des feuilles non ovales cordées, légèrement atténuées et dont les fleurs sont plus petites ; 2° du *G. Baillonii* par ses stipules ; 3° du *G. glyphæoides* par ses feuilles bien différentes.

29. Grewia Richardiana Baillon (2). — Cette espèce a été décrite par Baillon, d'après deux échantillons récoltés à *S^{te}-Marie* par Richard *(n° 586)* et Boivin *(n° 1867).* C'est un arbrisseau ou un petit arbre caractérisé par ses feuilles à limbe obovale, brièvement acuminé, denté, légèrement atténué à la base, assez coriace, portant sur les deux faces des poils étoilés, bien visibles à la loupe, et mesurant jusqu'à 15 cm. de longueur et 8-9 cm. de largeur. Les cymes axillaires, portées sur des pédoncules tomenteux assez courts, forment des sortes d'ombelles multiflores et non pas seulement 2-3 flores comme dans les espèces vues jusqu'ici ; c'est là un caractère remarquable sur lequel il est bon d'appeler l'attention. Les boutons sont oblongs-obconiques, velus et les fleurs sont tétramères avec un ovaire divisé en 4 logettes uniovulées et surmonté d'un style assez long avec un stigmate épais quadrilobé.

---

(1) Baillon a décrit cette espèce, *loc. cit.*, p. 558, sous le nom de *G. comorensis* qui ne saurait subsister ayant été employé antérieurement par Bojer pour désigner une autre espèce qui est certainement très différente.

(2) Baillon, *loc. cit.*, p. 558.

Lorsque la fleur est passée, les pédicelles s'allongent, deviennent fortement arqués, souvent recourbés vers le bas ; les fruits sont en général bilobés, à deux noyaux.

Un échantillon stérile, récolté par Thiry dans le Nord-Est se rapporte également à cette espèce.

Nous avons récolté, M. Humbert et moi, dans la forêt d'*Analamazaotra* (Province et district de *Moramanga*, dans un vallon à l'Ouest de la station forestière, Viguier et Humbert *(n° 1109)*, une plante qui se rapproche suffisamment des échantillons cités plus haut pour que nous la rattachions à cette espèce. C'est un petit arbre de 5-7 m. de hauteur dont les rameaux sont couverts de petits poils plus ou moins roux ferrugineux sur les parties jeunes. Le pétiole trapu, couvert de nombreux poils étoilés à longues branches lui donnant un aspect hirsute, est court (4-5 mm.) ; il présente à la base des stipules triangulaires, velues, caduques, aussi longues ou presque aussi longues que lui. Le limbe est oblong, plus souvent obovale, arrondi ou parfois même comme tronqué au sommet, légèrement atténué ou quelque peu arrondi à la base ; ses bords présentent des crénelures irrégulières, arrondies ; au point d'insertion du pétiole, s'insèrent deux fortes nervures latérales qui se détachent de la médiane faisant avec elles un angle de 45° environ et parcourant toute la moitié inférieure avant d'atteindre les bords ; il existe en outre 4 ou 5 paires de nervures secondaires qui se détachent à divers niveaux de la médiane qui est plus forte que toutes les autres ; un réseau de nervures tertiaires très régulier, nettement transverse, relie entre elles ces diverses nervures ; les nervures tertiaires sont également reliées par un réseau de fines nervioles quaternaires perpendiculaires aux précédentes. La texture de ce limbe n'est pas coriace ; il est translucide à l'état frais, d'un vert sombre à la face supérieure et d'un vert plus clair en dessous et montre sur les deux faces de petits poils étoilés à pied très court et branches courtes ; ces poils sont nombreux surtout à la face inférieure, mais non contigus, et sont situés sur les nervures ; les poils étoilés à longues branches qui existent sur le pétiole se continuent sur la nervure médiane et les nervures basilaires à la face supérieure qui est d'une manière générale moins velue, plutôt scabre. Les dimensions moyennes du limbe sont 7^{cm} 5 de longueur et 4^{cm} 5 de largeur, rarement il atteint 12 cm. de longueur et 6 cm. de largeur.

Les fleurs sont groupées en cymes axillaires assez denses, ombelliformes ; ces cymes sont réunies dans les portions terminales des rameaux ; si on considère un de ces rameaux on voit que les feuilles y sont plus petites, et développent chacune à leur aisselle un rameau portant plusieurs cymes ; l'ensemble donne ainsi l'impression d'une panicule feuillée.

Les pédoncules de ces cymes, de 1^{cm} 5 de longueur environ, ont l'aspect et la pilosité des jeunes rameaux ; les pédicelles floraux plus grêles, arqués, flexueux, velus, ont de 7 à 10 mm. de longueur et naissent à l'aisselle de bractées triangulaires assez longuement persistantes.

Les fleurs en bouton sont ovoïdes, allongées, de 6-8 mm. de longueur environ et 3 mm. de largeur à la base ; les sépales rougeâtres, assez épais, de 7 mm. de long, obtus au sommet, sont fortement recouverts extérieurement de poils de teinte rouille ; les pétales sont moitié plus petits que les sépales ; ils ont une base glanduleuse, épaisse, orbiculaire, velué et un limbe lingulé, allongé, émarginé, d'un jaune pâle rappelant comme teinte, en non brillant, les pétales du *Ranunculus arvensis*. Les étamines nombreuses ont un filet lisse, jaune, et de petites anthères orbiculaires jaunes.

L'ovaire, très hirsute, est formé de 3 carpelles contenant chacun un ovule dressé ; il est surmonté d'un long style glabre, vert, de 6 mm. de longueur, terminé par un plateau stigmatique obscurément lobé, d'un vert bleuâtre.

Ce *Grewia* est appelé, par les Bezanozana, *Hafitrapotsy* ou *Hafotrapotsy*, mot composé qui vient de « *Hafitra* » nom par lequel sont désignés plusieurs végétaux à écorce textile, en particulier les *Dombeya*, et de « *fotsy* » blanc. L'espèce fournit en effet des fibres utilisées quelque peu sur place. Tout au plus notre échantillon mériterait-il de constituer une variété *rotunda*, principalement par ses feuilles non acuminées, plus petites, plus velues ; je ne suis pas certain de la constance de ces caractères pas plus que de celui de tétramérie dont parle Baillon pour les échantillons examinés par lui ; c'est pourquoi j'estime que notre plante ne doit pas constituer une espèce distincte.

30. Grewia Chalybæa Baillon (1). — Le *G. Chalybæa* est une espèce de *Nosy-Bé* qui fut seulement recueillie par Richard *(n° 356)*. Ses feuilles sont assez fortement tomenteuses-rousses ainsi que les jeunes rameaux ; le limbe, ovale-aigu ou oblong, est arrondi à la base, irrégulièrement sinué-denté, les 3-4 dents de la base de chaque côté du pétiole étant glanduleuses ; il est trinervié à la base, couvert de poils étoilés rappelant beaucoup ceux du précédent et atteint 10 cm. de longueur et 5 cm. de largeur.

Les inflorescences sont des sortes d'ombelles multiflores ; les boutons floraux sont oblongs, allongés ; les fleurs sont également très grandes (2 cm.) ; les pétales, presque trois fois plus courts que les sépales, ont un limbe très réduit. — Le style est dilaté en un plateau stigmatique au sommet.

C'est à cette espèce que je rapporte une plante récoltée par M. Humbert et moi, dans la forêt d'*Analamazaotra* (Province et District de *Moramanga*, Viguier et Humbert *n° 963)*; c'est un arbre à jeunes rameaux et feuilles couverts d'un tomentum roussâtre ; les pétales, moitié plus petits que les sépales, sont d'un rose violacé pâle, presque blancs. Il s'agit là d'une variété caractérisée par ses feuilles plus tomenteuses, d'un roux plus foncé et par ses fleurs un peu plus petites (var. *orientalis* Viguier et Humbert). Très voisine du *G. Richardiana*, cette espèce s'en distingue surtout par ses feuilles non obovales et par son tomentum franchement roux.

⁂

Il nous reste à examiner un certain nombre d'espèces incomplètement connues dont la position et les affinités sont incertaines.

31. Grewia Humblotii Baillon (2). — C'est un arbre de 15 m. de hauteur qui a été trouvé par Humblot *(n° 423)* dans le pays *Tsia-*

---

(1) Baillon. *loc. cit.* p. 550. — Les feuilles y sont dites « basi... 9 nerviis, il s'agit d'une faute d'impression ; le *G. chalybæa* figuré pl. 85 dans l'*Atlas de l'Histoire naturelle de Madagascar* publiée par Grandidier, a des feuilles trinerviées à la base.

(2) Baillon : *loc. cit.* p. 549.

naka (nord de la région centrale). Ses rameaux sont tomenteux ferrugineux, de même que les pétioles courts (1 cm.) ; le limbe, ovale acuminé, arrondi à la base, inégalement serrulé, est velouté ferrugineux à la face inférieure et poilu à la face supérieure, sauf sur les grosses nervures, et atteint 14 cm. de longueur et 6 cm. de largeur·

Il est surtout remarquable par ses petits boutons floraux de 3 mm. de diamètre, en cymes ombelliformes, extrêmement petits par conséquent, et veloutés ainsi que les pédicelles ; à la base de chaque pédicelle, on observe, sur le pédoncule, une petite bractée en alène, tomenteuse ; les pétales roses, de 1 mm. de long, sont oblongs émarginés ; il y a seulement un petit nombre d'étamines à grosses anthères ; l'ovaire compte 3-4 logettes à 1-2 ovules et est surmonté d'un style droit avec un plateau stigmatique 3-4 lobé. La fleur complètement développée est toujours certainement plus petite que dans les autres espèces ; nous avons trouvé une fleur dont les sépales avaient $4^{mm}5$ de long. Par la taille des feuilles, leur face inférieure veloutée, cette espèce se rapproche des *G. Hildebrandtii, cernua* et *nossibeensis*, avec cette différence, visible facilement, que les petites fleurs forment dans le *G. Humblotii* des cymes ombelliformes avec de petites bractées basilaires et sans grande bractée enveloppante. A cette espèce appartiennent également un échantillon recueilli par HUMBLOT *(n° 426)* et un autre, par GOUDOT, sans indications de localités.

32. Grewia zizyphifolia BAILLON (1). — Originaire du même pays *Tsianaka* (HUMBLOT *n° 439)*, ce *Grewia* est extrêmement voisin du précédent et a les mêmes petites fleurs veloutées-rousses. Il en diffère surtout par les feuilles de 8-10 cm. de longueur et de 3 à 4 fois plus longues que larges, présentant deux nervures latérales basilaires qui sont très fortement ascendantes, et à pétiole plus grêle. Les inflorescences sont de petites ombelles à bractées distinctes, tomenteuses. L'organisation florale est la même, sauf que les pétales sont entiers. — Ces deux espèces sont très voisines.

33. Grewia Radula BAKER (2). — Baron a récolté cette plante *(n° 5494)* dans la région centrale, en particulier dans le Nord du pays *Tsihanaka*. C'est un arbrisseau, à jeunes rameaux velus, qui se distingue aisément des autres par ses feuilles à limbe oblong, obtus au sommet, arrondi ou presque cordé à la base, denté, ayant jusqu'à 5 cm. de longueur et 2cm, 5-3 cm. de largeur, velu-étoilé sur les deux faces ; le limbe porte en outre sur les nervures des poils raides, simples, très allongés ; tous ces poils, quoique nombreux, sont espacés et le limbe n'est pas tomenteux.

---

(1) BAILLON, *loc. cit.*, p. 549.

(2) BAKER, *Journ. Linn. Soc.*, XX, p. 299.

Les fleurs sont groupées en sortes d'ombelles à pédoncule et à pédicelles très velus, tomenteux, avec, à la base de chaque pédicelle, une petite bractée en alène de 2 mm. de long. — Les fleurs en bouton sont allongées ; les sépales de 8-10 mm. de long sont très velus ; les pétales ont un limbe linéaire, arrondi au sommet, non émarginé, et sont beaucoup plus courts que les sépales (3-4 mm.) ; l'ovaire petit, hérissé de poils étoilés, est terminé par un long style qui peut porter quelques poils étoilés avec un stigmate quadrilobé ; cet ovaire est divisé en 4 logettes contenant un ovule dressé. Le fruit est inconnu.

Par ces fleurs en ombelle, par la forme de ses feuilles, cette plante se rapproche des *Grewia Richardiana* et *Chalybæa ;* elle en diffère non seulement par la dimension des feuilles, mais par la nature des poils, plus longs ainsi que par la nervation. Les fleurs sont également un peu différentes.

34. Grewia trinervata Baker (1). — Cette espèce, incomplètement décrite par Baker, provient de la région centrale où elle a été trouvée dans les forêts de l'Est de l'*Imerina* par Parker et par Baron *(n° 356)*. — Ses feuilles sont obovales, fortement atténuées à la base, obtuses ou comme tronquées au sommet, légèrement velues, avec un pétiole velu de 5-7 mm. de long. Les inflorescences forment de petites cymes ombelliformes à plus de 3 fleurs ; leurs pédoncules, velus, sont plus longs que les pétioles , les pédicelles floraux ont à peu près la longueur des fleurs. Les fleurs ont 5 sépales de 5-6 mm. de long, gris, velus, 5 pétales lancéolés moitié plus petits ; leur ovaire globuleux, quadriloculaire, contient un ovule dressé dans chaque loge, et est surmonté d'un style de 3 mm. de long.

35. Grewia cuneifolia Jussieu (2). — Le *G. cuneifolia* est un arbrisseau qui a été récolté par Dupetit-Thouars, et par Bernier

---

(1) Baker. Contributions to the Flora of Central Madagascar, *Journal of Botany*, new Serie, XI, p. 47 (1882).

(2) Jussieu, *Annales du Muséum d'Histoire naturelle,* IV, p. 90, an XII (1804).

(n° 181) dans des localités indéterminées, et par Boivin *(n° 1886)* dans l'Ile *Sainte-Marie*. Son nom indigène est *Hafotra* (ou *Hafitra) potsy* (1), (orthographié par Bernier : Afoute-poutsi). Il rappelle, par la forme de ses feuilles, le *G. trinervata*, mais diffère de toutes les autres espèces précédentes : le limbe est obovale, arrondi ou comme tronqué au sommet, et, à partir de la moitié supérieure, longue, ment atténué sur le pétiole qui est presque nul ; il présente de rares poils étoilés ; deux nervures latérales se détachent de chaque côté de la médiane au point d'insertion du pétiole et ces nervures, plus grèles que la médiane, sont peu ascendantes.

Les fleurs sont en triades axillaires solitaires avec, à la base des pédicelles velus, de petites bractées distinctes, caduques ; les boutons pubérulents-étoilés, sont oblongs, de 5 mm. de long ; les sépales allongés, jaunes en dedans, ont environ 6-7 mm. de long ; les pétales, environ moitié plus petits que les sépales, ont un coussinet bien différencié et un limbe de la largeur du coussinet, arrondi au sommet, non émarginé ; l'ovaire globuleux, velu, a 4 loges uniovulées et un style renflé en plateau au sommet, bilobé mais ne formant pas de petites branches comme dans la plupart des espèces. Le fruit petit (5-6 mm.) présente 2 ou 3 lobes et est velu-étoilé.

36. Grewia Bakeriana Baillon (2). — Ce *Grewia* est un arbre originaire de la région centrale (Baron *n^{os} 2251, 3223, 6716, 6337)* qui a été tout d'abord décrit par Baker, qui devait ignorer l'espèce de Jussieu, sous le nom de *G. cuneifolia* (3) que Baillon rectifia ensuite. Cette espèce est extrêmement voisine de la précédente ; les nervures latérales basilaires sont ici aussi fortes que la médiane et atteignent presque le sommet du limbe ; de plus, les nervures secondaires, peu nombreuses, sont situées seulement dans la moitié supérieure. Les fleurs sont en triades isolées, axillaires, avec des bractées distinctes, caduques ; les pétales ont un limbe lancéolé, non émarginé, un peu plus court que les sépales qui sont velus étoilés. Le fruit, d'après Baker, est petit, glabre, à 3 lobes contenant des noyaux uniséminés.

---

(1) C'est également le nom du *Grewia Richardiana* : les indigènes utilisent l'écorce pour faire des cordes.

(2) Baillon. *loc cit.*, p. 558.

(3) Baker, *Jour. Linn. Soc.* XXI, p. 326,

Nous avons du reste vu des échantillons présentant des caractères intermédiaires (BARON *676*, CLOISEL *175)* entre ce *Grewia* et le précédent ; s'agit-il d'hybrides ? Ou se trouve-t-on en présence d'une seule espèce un peu polymorphe ? La question est à résoudre.

37. Grewia Boivini BAILLON (1). — C'est à la suite des précédents que nous placerons le *G. Boivini* trouvé par BOIVIN *(nos 2154 bis et 2155 bis)* à *Nosy-Bé*. — Les feuilles ont ici encore un limbe longuement atténué sur le pétiole, mais aigu ou acuminé au sommet, avec des poils étoilés sur les deux faces, un peu plus grand (2). — Les fleurs sont inconnues. Le fruit, qui atteint 15 mm. de large, est fortement quadrilobé.

38. Grewia maroana A. DC. (3). — C'est un arbuste de 2-3 m. qui été récolté en forêt, dans l'intérieur de la *baie d'Antongil* à *Maroa* (région orientale) *(Mocquerys nos 241* et *287)*. — Les rameaux cylindriques sont couverts d'écailles jaunâtres ; les feuilles ont un pétiole de 5 mm. de long, présentant à la base des stipules linéaires aussi longues que lui ; le limbe est obovale, longuement atténué à la base, légèrement acuminé au sommet, inégalement crénelé, coriace, présentant quelques poils étoilés, avec 3 fortes nervures partant du point d'insertion du pétiole.

Les fleurs, en petites cymes axillaires ombelliformes, ont 5 sépales étroits, lancéolés, de 6-7 mm. de long, réfléchis, velus-étoilés en dehors, colorés en dedans ; les pétales jaunes sont 2 fois plus petits que les sépales ; l'ovaire est très velu, à 4 loges ; mais l'auteur ne donne aucune indication relative aux ovules. Cette espèce, d'après sa description, est du reste bien différente des précédentes, et doit se rapprocher du *G. Richardiana*.

39. Grewia betulæfolia BAILLON (4). — C'est un arbrisseau de 2 m. de hauteur qui a été récolté dans le nord à *Port-Lewen* par

---

(1) BAILLON. *loc. cit.*, p. 550.

(2) BAILLON dans sa description dit en parlant des feuilles « ...basi 9 nervius » ce qui est évidemment une faute d'impression : le limbe est trinervié à la base comme dans les *G. cuneifolia* et *Bakeriana*.

(3) Aug. DE CANDOLLE. *Bull. Herbier Boissier*, 2e sér, I, p. 568.

(4) BAILLON. *loc. cit.*, p. 548. JUSSIEU a bien créé en 1804 le nom de *G. betulæfolia*, mais pour une espèce qui n'est autre que le *G. populifolia* Vahl. On peut donc accepter le nom proposé par BAILLON.

Boivin *(n° 2608)* et par Vesco *(n° 4)*. Le pétiole grêle, de 1 cm. de long environ, porte quelques poils raides surtout à la partie supérieure ; le limbe, orbiculaire ovale, de 3-4 cm. de diamètre environ, est brièvement acuminé au sommet, denté tout autour, légèrement cordé et un peu asymétrique à la base, assez coriace, avec cinq nervures rayonnantes au point d'insertion du pétiole. A peu près glabre, il porte à la face inférieure, plus pâle, quelques poils simples, raides, sur les nervures ; les stipules, de 4 mm. de longueur environ, sont linéaires. Les inflorescences, axillaires, solitaires, ont un pédoncule grêle, glabre, de près de 2 cm. de long, et des pédicelles glabres de 8 mm. de long environ avec, à la base, une grande bractée distincte, scarieuse, très caduque ; les sépales, de 4 mm. de longueur, portent de petits poils étoilés très fins et quelques grands poils raides ; les pétales linéaires, de 2 mm. de longueur, sont émarginés, et les carpelles biovulés. Les fruits petits, bilobés, ont 4 mm. de large environ.

40. Grewia discolor Baillon (1). — Le seul échantillon connu de cette plante a été récolté par Hildebrandt *(n° 3371)* dans la région d'*Ambre*. C'est un arbuste à feuilles ovales-lancéolées, acuminées, finement dentées, arrondies à la base, glabres, de 9^{cm}, 5-10 cm. de long et 3 cm. de large environ, trinerviées à la base, avec 4-5 paires de nervures latérales subopposées ; il diffère des précédents par ses grandes fleurs qui, épanouies, ont 2 cm. de large ; les inflorescences triflores ont un pédoncule très court (3-5 mm.) et des pédicelles épais de 8-10 mm. de long ; les boutons sont obovoïdes ou globuleux ; les sépales, larges, sont finement pubérulents-étoilés ; les pétales roses sont très développés, avec un limbe de 5-8 mm. de large ; l'ovaire est globuleux, très poilu, et les carpelles sont biovulés ; le style est simplement quadrilobé.

41. Grewia Pervillei Baillon (2). — Originaire de l'*Ambongo*, région occidentale (Pervillé, *n° 584*), ce *Grewia* est un arbre, de 10 m. de hauteur environ, dont les fleurs sont inconnues. Les fruits sont portés par groupes de trois sur un pédoncule commun : ils ont la taille d'un pois et contiennent 4 noyaux uniséminés ; les pédicelles, velus et flexueux, trapus, de 7-8 mm. de long, sont à peu près de la même longueur que les pédoncules. Les feuilles ont un pétiole velu, de 10-12 mm. de long et un limbe en général obovale-aigu, un peu coriace, crénelé, glabre en apparence à la face supérieure, mais présentant en réalité des écailles peltées, tomenteux, couvert de poils étoilés à la face inférieure ; le réseau des nervures, imprimé en creux à la face supérieure, est fortement saillant à la face inférieure. — Si nous ne savons dans quel groupe placer cette espèce dont les carpelles sont probablement biovulés, il n'en est pas moins certain qu'elle se distingue de toutes les autres.

---

(1) Baillon. *loc. cit.*, p. 551. Non *G. discolor* Baker (= *G. Baillonii* R. Vig.). Non *G. discolor* Fresen. (= *G. salvifolia* Heyne).

(2) Baillon. *loc. cit.*, p. 548.

42. Grewia subæqualis BAILLON (1). — Cette espèce ressemble beaucoup au *G. saligna* que nous avons placé dans la série des espèces à carpelles multiovulés, et avec lequel elle fut récoltée et confondue par BERNIER. Les feuilles, de même taille, très allongées, sont presque identiques à celles du *G. saligna* mais seulement à peine asymétriques. La fleur est inconnue. Les fruits sont à peu près de même taille ; toutefois, ils sont à 4 lobes bien distincts, dans le *G. subæqualis,* au lieu d'être à 2 lobes comme dans le *G. saligna.* A cette différence externe correspond une différence profonde dans l'organisation. Ici, à chaque lobe, correspond un noyau indivis qui contient une seule graine dressée. Cela ne permet pas d'affirmer d'une manière absolue que les carpelles sont biovulés et non multiovulés. En tout cas le *G. subœqualis* est beaucoup plus éloigné du *G. saligna* qu'on le supposerait à première vue.

43. Grewia ambongoensis BAILLON (2). — *Ce Grewia* a été trouvé par PERVILLÉ *(n° 627)* dans l'*Ambongo,* région occidentale. La fleur en est inconnue; le fruit est globuleux, de la taille d'un pois, avec un noyau quadriloculaire contenant, dans chaque logette, une graine ascendante. Ces caractères ne nous suffisent pas pour déterminer rigoureusement la position de cette espèce. C'est un arbrisseau qui porte, sur de courts rameaux, de petites feuilles à limbe de $1^{cm},5$-$2^{cm},5$ de longueur et 1-2 cm. de largeur, presque orbiculaire, presque cordé à la base, acuminé au sommet, denté et souvent

(1) BAILLON, *loc. cit.*, p. 544.

(2) BAILLON. *loc. cit.*, p. 559.

légèrement trilobé, plus ou moins coriace, avec de petits poils étoilés assez espacés, sur les deux faces. Les fruits sont portés sur ces rameaux latéraux par des pédoncules trapus, arqués.

D'après nous, c'est très probablement au voisinage du *Grewia Celle* que le *G. ambongoensis* devra être rangé après une étude faite sur des matériaux plus complets.

44. Grewia lanceolata Baker (1). — Baron a recueilli la plante entre *Tankay (?)* et la côte Est, c'est-à-dire dans la région orientale. Nous n'avons pu examiner la fleur de cette espèce et la description de Baker ne permet pas d'en déterminer la position. Les sépales tomenteux ont 3 mm. de long ; il n'y a pas de corolle ; l'androcée compte une douzaine d'étamines seulement. L'ovaire globuleux est velu. La forme de la feuille diffère de celle de toutes les autres espèces, car le limbe lancéolé, atténué-aigu au sommet, entier, atténué également à la base sur un pétiole presque nul, atteint, dans les feuilles normales, 10-12 cm. de longueur et seulement 12-14 mm. de largeur ; il est assez coriace et présente des poils étoilés peu nombreux. L'étude de la nervation de ce limbe révèle des différences plus profondes, ses caractères ne se retrouvent pas ailleurs. Il existe une nervure médiane imprimée en creux à la face supérieure, fortement saillante à la face inférieure ; on observe à la face inférieure, de chaque côté de la nervure médiane, une douzaine de nervures secondaires moins fortes, qui lui sont presque perpendiculaires, espacées de 8-10 mm., et s'anastomosant en arceau assez loin du bord ; on observe, en outre, un réseau de nervures assez saillant et très irrégulier ; enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de nervures latérales au point d'insertion du pétiole, de sorte que le limbe n'est pas triplinerve, comme dans la plupart des espèces, mais franchement penninerve. Le réseau secondaire n'est pas distinct à la face supérieure où l'on n'observe qu'un réseau saillant extrêmement sinueux et irrégulier. Nous appelons l'attention sur ce fait, en remarquant qu'un paléontologiste ne rattacherait certainement pas cette espèce au genre *Grewia*, mais serait même tenté d'établir deux genres différents d'après l'empreinte de la face supérieure et celle de la face inférieure dont la nervation paraît très dissemblable.

---

(1) Baker. Contributions to the Flora of Madagascar, *Journal of the Linnean Society*, XX, p. 104 (1882).

45. Grewia penninervis BAILLON (1). — Le *Grewia penninervis* a été trouvé par BOIVIN *(n° 2613)* près de *Diego-Suarez ;* il se distingue à première vue de toutes les espèces qui précèdent par ses petites feuilles à limbe oblong-lancéolé, aigu au sommet, arrondi à la base, nettement penninerve, parsemé de petits poils étoilés blancs, et n'atteignant que 2 cm. de longueur et 5-6 mm. de largeur. Les fleurs forment de petites cymes terminales devenant latérales par suite du développement ultérieur du bourgeon axillaire de la dernière feuille ; la croissance serait donc là nettement sympodiale. Les boutons floraux globuleux n'ont que 3-4 mm. de longueur.

On ne sait pas si l'ovaire surmonté d'un style capité renferme deux ou de nombreux ovules ; les sépales sont épais et les pétales orbiculaires. Ses fleurs très petites font penser aux *G. Humblotii* et *zizyphifolia.*

46. Grewia minutiflora BAILLON (2). — Cette plante a été recueillie par HILDEBRANDT à *Vavatobé* (3). — Elle est remarquable, comme la précédente, par ses fleurs très petites, les boutons globuleux ayant 2 mm. de long ; les feuilles ont un limbe ovale, de 4-5 cm. de longueur et 2 cm. de largeur, acuminé, trinervié à la base, d'aspect glabre mais portant, sur les deux faces, des poils simples appliqués.

La position que doit occuper cette espèce est problématique ; s'agit-il même bien d'un *Grewia ?* De nouveaux matériaux seront nécessaires pour élucider la question. Par son port, la forme de ses feuilles, elle est très voisine du *G. brideliæfolia.*

47. Grewia mayottensis H. BAILLON (4). — On ne connaît pas les fleurs de cette espèce qui a été trouvée à *Mayotte* par BOIVIN en 1847. Les fruits globuleux, de la taille d'un pois, un peu velus, ont 4 noyaux épais contenant chacun une graine transverse, dans une minuscule cavité située sur la face interne, à mi-hauteur ; ils sont portés sur un pédicelle trapu, plus ou moins arqué, rappellent ceux des *G. Celle* et *ambongoensis*. Les feuilles sont ovales, acuminées au sommet, arrondies à la base, sinuées presque entières, membraneuses, glabres ; les nervures basilaires sont fortement ascendantes; la longueur du limbe atteint 7$^{\text{cm}}$ 1/2 et sa largeur, 4 cm. ; ajoutons que les jeunes inflorescences triflores ont leurs boutons complètement entourés par une enveloppe rostrée.

---

(1) BAILLON. *loc. cit.*, p. 552.

(2) BAILLON. *loc. cit.*, p. 551.

(3) Je ne sais où est exactement placé ce « Vavatobé » ; il s'agit probablement de la baie d'Ambavatoby à l'extrême nord de la presqu'île que limite à l'Est la baie d'Ampasindava, située sur le continent malgache immédiatement au Sud de Nosy-Bé.

(4) BAILLON. *loc. cit.*, p. 557.

Ces caractères ne suffisent pas, on le voit, pour assigner à cette espèce une place dans le groupe ; je crois pourtant qu'il s'agit d'une espèce à carpelles multiovulés.

48. Grewia calvata BAKER (1). — BARON a récolté cette espèce *(n° 68)* dans la région centrale, en particulier dans le Betsiléo occidental où les indigènes la nomment *Zorotaty*. Les feuilles ont un limbe ovale, aigu ou presque obtus au sommet, arrondi, légèrement deltoïde à la base, velu-étoilé sur les deux faces, relativement très large (7$^{\text{cm}}$5 de longueur et 4$^{\text{cm}}$5 de largeur). Les cymes axillaires 2-3 flores, ont un pédoncule de 1 cm. de long environ ; les pédicelles sont égaux aux pédoncules ou un peu plus longs ; les boutons sont globuleux ; les sépales, de 6 mm. de long environ, portent des poils étoilés et des poils glanduleux ; les pétales, jaunes, sont deux fois plus petits que les sépales. Le fruit déprimé, globuleux, a 3-4 noyaux uniséminés. Il faut donc rattacher probablement cette espèce aux *Grewia* à carpelles biovulés.

On ne saurait confondre ce *Grewia* avec le *G. Richardiana* aux feuilles obovales et acuminées et aux cymes denses, ou même avec le *G. nossibeensis* qui a de larges feuilles ovales de mêmes dimensions mais acuminées et dont les boutons floraux sont allongés et les carpelles multiovulés.

⁂

Nous devons mentionner maintenant des espèces dont les descriptions, heureusement assez complètes, ont été publiées par Bojer dans un périodique rare, et dont nous n'avons aucun échantillon.

49. Grewia micrantha BOJER (2). — Cet arbrisseau, trouvé dans le *Betsileo*, a des rameaux couverts de poils fasciculés sur les parties jeunes ; les feuilles sont elliptiques-ovales, aiguës, serrulées, trinerviées et asymétriques à la base, velues sur les deux faces, atteignant 3 cm. de long et 2 cm. de large, sans compter le pétiole très court (2 mm.). Les inflorescences comprennent 3-4 pédoncules de 16 mm. de long à l'aisselle des feuilles et portant chacun 3 petites fleurs jaunes ; les sépales, ovales-aigus, ont seulement 4 mm. de long ; les pétales, d'à peine 2 mm. de long, sont retus ou bifides ; il y a 30-40 étamines, égalant les sépales, à anthères un peu poilues ; l'ovaire hispide aurait 5 loges et un stigmate à 5 lobes étoilés. —

---

(1) BAKER. *Journal of Botany*, new series, 11, p. 48 (1882).

(2) BOJER. *Travaux de la Société d'Histoire naturelle de l'Ile Maurice*, p. 28 (1842-1846).

Cette description ne correspond à aucune des espèces à petites fleurs examinées jusqu'ici.

50. Grewia rhomboides Bojer (1). — Cette espèce est un arbrisseau originaire des forêts de l'*Imerina ;* les jeunes rameaux sont couverts de poils étoilés. Les feuilles sont ovales-lancéolées, aiguës ou acuminées, rhombiformes, à dents glanduleuses, barbues à l'aisselle des nervures, de 3 cm. de long et 16 mm. de large, le pétiole ayant 6 mm. de long ; les inflorescences axillaires, solitaires ou géminées, sont triflores avec bractées linéaires caduques ; les fleurs, jaunes, ont des sépales de 6 mm. de long et des pétales oblongs, plus courts que les sépales, bifides ; l'ovaire est allongé, cylindrique, poilu. Le fruit, en coin ou pyriforme, est obtusément 4-lobé à 4 noyaux et souvent, par avortement, globuleux, réniforme, portant sous forme d'excroissance les lobes avortés qui lui donnent un aspect voûté spécial.

Il ne m'est guère possible de saisir, d'après la description, les affinités de cette espèce.

51. Grewia lancæfolia nom. nov. (2). — C'est un arbuste à rameaux grêles, flexibles, cendrés, à feuilles longuement lancéolées-acuminées, trinerviées à la base, de 12 cm. de long et 2^{cm}5 de large ; les pédoncules sont axillaires, triflores. Les fleurs sont inconnues ; les fruits crustacés, de la taille d'un grain de poivre noir, ont 4 noyaux divisés transversalement en logettes contenant une graine jaune lenticulaire. — Cette espèce a été trouvée au pied des monts, dans la baie de Saint-Augustin, région du Sud-Ouest.

---

(1) Bojer, *loc. cit.*, p. 28.

(2) *Vincentia lancæfolia* Bojer, *loc. cit.*, p. 31.

Ces caractères suffisent pour placer ce *Grewia* à côté des *G. lavanalensis, triflora* etc. dont il diffère par la forme des feuilles.

52. **Grewia comorensis** Bojer (1). — C'est un arbuste qui croît à *Anjouan* d'après Bojer. — Les feuilles ont un pétiole de 12 mm. de long environ, et ont un limbe en général allongé, parfois ovale ou obovale, acuminé ou aigu au sommet, inégalement denté, pubérulent, à bord rougeâtre ainsi que la face inférieure, atteignant 7 cm. à 11 cm. de longueur ; les stipules sont petites, caduques.

Les inflorescences sont des ombelles 10-flores, à pédoncule de $2^{cm}5$ de long environ et pédicelles moitié plus courts. Les sépales, velus extérieurement, glabres et rouges sur la face interne, ont 6 mm. de long et 1 mm. de large ; les pétales oblongs, aigus, à coussinet différencié, plus courts que les sépales, sont d'un jaune sombre ; l'androcée compte une cinquantaine d'étamines à filets jaunes et anthères ovales ; le style est terminé par un stigmate quadrilobé et l'ovaire, poilu, comprend 4 loges uniovulées ; l'androgynophore est rouge, glabre, pentagone.

Par ses inflorescences, ce *Grewia* se rapproche des *Grewia Radula* et *trinervata,* mais surtout, semble-t-il, du *G. Richardiana ;* la description de Bojer pourtant permet de relever quelques différences ; les feuilles sont étroites et aiguës ou acuminées et plus ou moins rouges à la face inférieure contrairement à celles du *Richardiana ;* les anthères sont ovales et non orbiculaires, l'ovaire a 4 loges et un style ne dépassant pas les étamines.

Il est très possible que cette espèce soit la même que celle décrite plus tard par Baillon, sous le nom de *G. Chalybæa.*

⁂

---

(1) Bojer. *loc. cit.*, p. 30.

Il reste maintenant à examiner un certain nombre d'espèces nouvelles dont quelques-unes sont particulièrement intéressantes.

53. **Grewia pulverulenta** nov. sp.

Cette curieuse plante a été récoltée par Cloisel *(n°* 31) dans la région de *Fort-Dauphin* où elle est du reste connue par les indigènes qui en consomment les graines. Ce doit être un arbrisseau très rameux ; les rameaux sont légèrement tomenteux et portent de petits coussinets légèrement saillants, correspondant aux cicatrices des feuilles tombées. Le pétiole des feuilles est court (3-4 mm.), couvert de petites écailles peltées fimbriées. — Le limbe est très remarquable : il est oblong ou obovale, et atteint au plus 2 cm. de longueur et 12 mm. de largeur ; il est arrondi au sommet, arrondi ou légèrement atténué à la base, entier ou un peu sinué, penninerve ; la face supérieure est luisante, comme vernissée, bien que présentant de très rares poils étoilés ; la face inférieure est pulvérulente, comme saupoudrée de sable, grâce à la présence d'innombrables petites écailles peltées fimbriées qui sont entremêlées ; la nervure médiane et les 4-5 paires de nervures secondaires se détachent en brun sur le fond gris-jaunâtre pulvérulent, car elles sont beaucoup moins velues.

Les fleurs sont situées à l'extrémité des rameaux, à l'aisselle de feuilles souvent réduites ou avortées, et forment ainsi des sortes de courtes grappes terminales. Les boutons floraux sont oblongs ou globuleux, de 5 mm. ou plus de longueur. Les sépales allongés, qui atteignent 11 mm. de longueur, sont veloutés extérieurement, grâce à la présence de poils étoilés. Les pétales ne dépassent guère 8 mm. de longueur ; ils ont une base glanduleuse, orbiculaire, particulièrement velue sur la ligule à la face interne ; leur limbe est allongé, de 1^{mm}, 5 de large au plus, aigu. Le réceptacle forme une collerette située au-dessus de l'insertion des 5 pétales et l'axe est prolongé au-dessus en un androgynophore qui porte à mi-hauteur un disque formé de cinq cornes velues ; ce gynophore est glabre au-dessous du disque et velu au-dessus ; il atteint 2 mm. de hauteur. — Les étamines sont nombreuses, avec de petites anthères orbiculaires. — L'ovaire, globuleux, velu, est formé de 3 carpelles biovulés et, caractère remarquable, est surmonté de 3 styles libres rubanés portant quelques poils. Le fruit est inconnu.

Cette description montre que cette espèce possède des caractères exceptionnels, en particulier la présence de trois styles distincts.

54. **Grewia Cloiselii** nov. sp.

Dans la même région de *Fort-Dauphin*, Cloisel a récolté une autre espèce intéressante et nouvelle pour la science, que les indigènes nomment *karareky (?)* — C'est un arbuste rameux dont les rameaux grêles et tortueux portent de petits coussinets correspondant à l'insertion des feuilles tombées. Le pétiole, assez peu velu, mesure de 7 à 10 mm. de longueur ; le limbe est ovale elliptique, atténué-aigu au sommet, arrondi ou presque cordé à la base, présentant au bord de petites dents tronquées ou arrondies ; il est trinervié à la base avec des nervures latérales basilaires fortement ascendantes et présente en outre 2-3 paires de nervures secondaires, ainsi qu'un réseau irrégulier et serré de fines nervures tertiaires ; il est presque glabre, sauf à la face inférieure qui montre, à de très forts grossissements, quelques rares poils sur les nervures, et mesure de 3 à 5 cm. de longueur et 10-12 mm. de largeur. Ce limbe est surtout remarquable par sa face supérieure, probablement d'un vert très foncé, qui présente de véritables reflets métalliques, tandis que la face inférieure est pâle.

Les fleurs, jaunes d'après Cloisel, sont groupées par 2-3 en petites cymes axillaires ; les pédoncules, glabres, ont 10-12 mm. de longueur ; les pédicelles grêles, droits, glabres, ont à peu près la même longueur et naissent à l'aisselle de petites bractées ; les boutons floraux sont petits (3-4 mm. de longueur), à peu près globuleux ou oblongs ; les sépales, glabres, aigus, ont 5-6 mm. de longueur ; les pétales, jaunes, étroits, sont à peu près aussi longs que les sépales et présentent un onglet et une ligule nets ; les étamines nombreuses ont de petites anthères globuleuses ; l'ovaire globuleux, couvert de petits poils étoilés, à carpelles biovulés est surmonté d'un style simple et long. Les fruits sont de petites drupes (5 mm.) bi ou trilobées.

Cette espèce doit évidemment se placer au voisinage du *G. picta* qui a des feuilles dont le limbe est glabre, ovale-aigu, discolore et qui a également de petits fruits lobés ; il en diffère non seulement par le limbe, mais par les boutons floraux moins allongés, dépourvus de poils raides ; il diffère du *G. Baillonii*, indépendamment de la forme et du limbe plus petit, par ses stipules petites, caduques, non grandes, falciformes et persistantes.

55. **Grewia Geayi** nov. sp.

C'est dans la région du Sud-Ouest, dans la province de *Tuléar* dont l'endémisme est si profond, que Geay a récolté *(n° 12)* cette nouvelle espèce. C'est probablement un arbrisseau très rameux, présentant des rameaux tortueux plus ou moins piquants, avec de courts rameaux portant une ou deux feuilles et couverts de nombreuses écailles imbriquéees formées par les stipules persistantes des feuilles tombées. Le pétiole, glabre, est très court (0^{mm}, 5-1 mm.) ; le limbe est obovale plus ou moins tronqué, arrondi, plus souvent émarginé au sommet, arrondi à la base ; il est coriace, glabre, et présente des nervures peu visibles, divergentes à partir du point d'insertion du pétiole, formant, avec leurs ramifications, un réseau très serré sans qu'on puisse distinguer de nervure médiane nette ; ce limbe est très petit, mesurant en général 10 mm. de longueur et 6 mm. de largeur.

Les fleurs sont solitaires, axillaires, à pédicelle velu-tomenteux, trapu, de moins de 1 cm. de longueur ; les sépales ont environ 1^{cm}, 5 de longueur et sont coriaces, obtus au sommet, couverts extérieurement de poils étoilés formant un tomentum très velouté, jaune. Les pétales présentent une base épaissie glanduleuse ciliée, avec une ligule et un limbe très développé, très mince, de 15 mm. de long et 7 mm. de large ou plus ; l'androgynophore glabre, de 2 mm. de long, se termine en un disque lobé, velu. Les étamines nombreuses, de 5 mm. de long environ, ont de petites anthères orbiculaires ; l'ovaire, globuleux, hérissé de longs poils, couronné par un style de 6 mm. de long portant quelques poils étoilés, avec un stigmate discoïde, est formé de carpelles multiovulés ; les ovules horizontaux forment des séries longitudinales.

Nous nous trouvons donc en présence d'une espèce remarquable par son port, par ses feuilles, et aussi par son organisation florale ; les pétales y sont considérablement développés.

56. Grewia Douliotii nov. sp.

L'espèce dont nous voulons parler a été récoltée par Douliot dans une localité dont nous n'avons pu trouver l'emplacement. La plante (arbre ou arbuste ?) a des feuilles de petite taille : le pétiole est court (3 mm.), velu-étoilé ; le limbe est oblong, arrondi à chaque extrémité, finement denté tout autour sauf à la base, portant sur les deux faces des poils étoilés espacés qui lui donnent une consistance rude ; ce limbe est trinervié à la base, les nervures latérales basilaires étant fortement ascendantes ; il dépasse rarement 2 cm de longueur et n'atteint jamais 3 cm. ; sa largeur est d'environ 1 cm.

Les fleurs sont réunies par 2 ou 3 à l'aisselle des feuilles et sont portées sur des pédicelles velus de la longueur des pétioles. Les boutons sont oblongs-hispides. Les sépales, sans nervure visible, sont coriaces, assez épais, velus extérieurement, arrondis ou obtus au sommet; de 12 mm. de longueur et environ 2^{mm}, 5 de largeur ; les pétales, très minces, ont une base glanduleuse avec une ligule ciliée sur toute sa surface, et un limbe obovale, plus large que l'onglet ; ils mesurent environ 11 mm. de longueur et 4 mm. dans leur plus grande largeur ; les étamines sont nombreuses ; l'ovaire hérissé, globuleux, a des carpelles biovulés ; le style dressé, de 6-7 mm. de long, porte quelques poils étoilés, il est dilaté vers le sommet et terminé par un stigmate capité avec un sillon transversal. Le fruit est inconnu.

Cette espèce, qui ne se rapproche d'aucune autre plante malgache, rappelle le *G. occidentalis* qui se trouve en Afrique.

57. Grewia Andramparo nov. sp.

Ce *Grewia*, récolté à *Fort-Dauphin* par Cloisel, est un grand arbre qui, par l'aspect de ses fleurs, la forme et la texture de ses feuilles, a le port du *G. Grandidieri*. — Les feuilles ont un pétiole tomenteux, de 5-7 mm. de long et un limbe ovale-lancéolé, un peu asymétrique, de 4-5 cm. de long et 12-16 mm. de large. Ce limbe est atténué-aigu au sommet, arrondi à la base, denté tout autour ; il existe deux nervures latérales basilaires qui atteignent les bords à peu près vers le milieu et 3-4 paires de nervures secondaires obliques et un réseau très fin de nervioles, visible seulement à la face supérieure ; des poils étoilés, très fins, assez espacés s'observent à la face supérieure, tandis que la face inférieure, d'un blanc grisâtre, très douce au toucher, est couverte d'un abondant feutrage de petits poils étoilés mous, qui cachent le réseau tertiaire, mais ne sont bien visibles que sous un fort grossissement.

Les inflorescences axillaires sont assez particulières : à l'aisselle d'une feuille, on observe un pédoncule commun qui, au sommet, porte en général 6 pédoncules secondaires se terminant chacun par 3 fleurs pédicellées; pédoncules et pédicelles sont assez grêles, tomenteux ; les pédoncules de second ordre ont 3-4 mm. de longueur et les pédicelles environ 1 cm. ; une petite bractée triangulaire tomenteuse, caduque, est située à la base de chaque pédicelle. Les boutons, d'abord globuleux et pubérulents, sont oblongs, glabrescents, de 3 mm. de longueur..

Les fleurs sont jaunes, d'après Cloisel ; les sépales allongés, un peu obtus au sommet, élargis vers l'extrémité supérieure, ont 6 mm. de longueur dans la fleur épanouie et 1^{mm},5 dans leur plus grande largeur ; les pétales sont très développés, allongés-oblongs, de 5 mm. de long et jusqu'à 2^{mm}, 5 de largeur ; contrairement au limbe qui est très développé, la base est moins différenciée que chez beaucoup d'espèces, et la gaîne épaisse, un peu velue, glanduleuse, a environ 1 mm. de diamètre. Les nombreuses étamines ont un filet long, et des anthères globuleuses ou un peu allongées de 3/4 de mm. de long. L'ovaire, globuleux, velu, hérissé, renferme un petit nombre d'ovules, en général 6 en 2 séries, dans chaque loge ; le style est assez épais, régulièrement courbé en cou de cygne, portant parfois un ou deux poils étoilés, dilaté au sommet puis évasé en un plateau stigmatique large, obscurément lobé.

Le fruit est inconnu.

Cette espèce qui, même par ses feuilles, ne se rapproche qu'à première vue du *G. Grandidieri* est très particulière par ses inflorescences composées.

58. **Grewia Sely.** nov. sp.

Cette plante a été trouvée par Cloisel *(n° 19)* dans les environs de *Fort-Dauphin.* C'est un arbre dont les rameaux sont utilisés par les indigènes pour fabriquer leurs manches de sagaies. Ses caractères n'ont rien de saillant ni d'original contrairement aux espèces qui viennent d'être décrites. Les rameaux cylindriques portent des poils étoilés sur les parties jeunes. Les feuilles sont distiques, le pétiole velu a 5-8 mm. de long ; le limbe ovale, légèrement cordé à la base, aigu au sommet, irrégulièrement denté tout autour, mesure de 3 à 4 cm. de long et de 2 à 2^c,5 de large ; il est trinervié à la base, les nervures latérales basilaires atteignant le bord du limbe vers le milieu, et présente en outre 3-4 paires de nervures secondaires ; le réseau tertiaire, dont les plus fortes nervures sont transverses, est saillant seulement à la face inférieure, indistinct à la face supérieure. On observe, sur la face supérieure, de petits poils étoilés distants situés sur le trajet des diverses nervures ; à la face inférieure, il existe des poils étoilés à branches assez longues, disposés sur les diverses nervures et principalement vers les anastomoses qui sont assez fortement barbues ; ces poils, étant plus grands, plus allongés et un peu plus nombreux qu'à la face supérieure, font que la face inférieure est douce au toucher, mais non veloutée. — Les stipules, très caduques, sont petites, triangulaires, velues.

Les inflorescences axillaires forment des groupes triflores, isolés ou par deux ; le pédoncule des inflorescences, velu-étoilé, est un peu plus long que les pétioles ; les pédicelles, velus, ont 4-5 mm. de long lorsque la fleur est complètement développée ; les groupes de jeunes boutons sont enveloppés par un groupe de bractées ovales, velues.

Les sépales hirsutes, allongés, obtus au sommet ont 10-12 mm. de long et 2 mm. de large ; les pétales, allongés oblongs, obtus ou émarginés, à gaîne et ligule bien différenciées en coussinet, ont environ 6 mm. de long et 2 mm. de large et sont jaunes ; les étamines, nombreuses, ont des anthères orbiculaires ; l'androgynophore est glabre, dilaté au sommet ; l'ovaire est allongé avec un style divisé au sommet en 2 lobes bifurqués ou 4 petites branches ; il contient 4 séries de nombreux ovules horizontaux, superposés. — Le fruit est inconnu.

On voit que les caractères que nous venons d'indiquer sont communs à de nombreuses espèces, et nous résumerons pour plus de clarté en quoi le *G. Sely* diffère des espèces voisines : Il se distingue 1° du *G. botryantha* qui est bien velu mais qui a des feuilles allongées, dentées surtout vers le sommet, et à nervures basilaires très ascendantes et dont les fleurs sont isolées en général ; 2° du *G. flavicans* dont les feuilles sont plus grandes, acuminées, couvertes de poils jaunes ; 3° des *G. Hildebrandtii, nossibeensis* et *cernua* dont les fleurs sont très voisines mais dont les feuilles sont beaucoup plus grandes et tomenteuses à la face inférieure ; 4° du *G. rhomboides* dont il est assez voisin d'après la description de Bojer, mais dont les feuilles sont obtuses ou rhombées à la base et les fleurs sont moitié plus petites.

Il ne nous a donc été possible d'identifier la plante de Cloisel avec aucune des espèces actuellement connues.

⁂

Examinons, pour nous résumer, les divers caractères qui nous semblent pouvoir être utilisés dans la classification.

Appareil végétatif. — Les *Grewia* sont toujours des arbrisseaux ou des arbres ; les renseignements que nous pouvons avoir à cet égard sont trop incomplets pour que nous puissions en tenir compte. On sait pourtant que certaines espèces sont de grands arbres *(G. Humblotii, G. Pervillei, G. brideliæfolia)* et que d'autres sont toujours des arbrisseaux. L'étude des échantillons d'herbier montrent que certaines espèces sont à feuilles caduques *(G. Celle, G. Geayi* etc.) tandis que d'autres, comme *G. Richardiana, G. Chalybæa,* ont des feuilles persistantes. Ceci ne peut du reste surprendre, c'est un caractère très fréquent pour les végétaux de la région occidentale, où l'alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies est très marquée, d'avoir des feuilles caduques ; les végétaux de la région orientale, où les chutes de pluie sont à peu près également réparties sur tous les mois de l'année, ayant au contraire des feuilles persistantes.

Les feuilles sont les seuls organes avec les jeunes rameaux que nous aurions pu étudier dans toutes les espèces sans exception. Malgré le polymorphisme qu'elles peuvent présenter, il y a tout de même un certain nombre de caractères qui peuvent retenir l'attention.

La forme est évidemment quelque chose de très variable : quelques espèces pourtant se distinguent aisément par le limbe qui, rétréci graduellement depuis la moitié ou le tiers supérieur, est longuement atténué sur le pétiole ; ce caractère constant se rencontre dans un petit nombre d'espèces qui doivent former un groupe naturel, et s'oppose nettement à celui du limbe arrondi, cordé ou même légèrement atténué à la base. — Il existe du reste à ce point de vue des espèces dont le limbe est toujours arrondi et en apparence légèrement pelté (*G. Grevei)*, d'autres où il est légèrement cordé, d'autres où il est quelque peu atténué.

Beaucoup d'espèces ont un limbe acuminé ou aigu, d'autres un limbe franchement arrondi ; ce caractère a également une certaine valeur, qui peut être retenue.

Relativement au mode de denticulation du limbe, j'ai indiqué le cas de quelques espèces dont les dents de la base sont glanduleuses ; ce caractère n'avait été signalé qu'à propos du *G. glandulosa*.

Le rapport de la longueur à la largeur a une certaine signification au moins quand il s'agit des cas extrêmes. On ne saurait nier par exemple le caractère spécifique du limbe orbiculaire du *G. Cyclea* ou celui du limbe de 5 à 10 fois plus long que large d'autres espèces *(G. lanceolata* etc.).

Il faut être très prudent quant à l'évaluation des dimensions du limbe, bien que certaines espèces aient des feuilles constamment beaucoup plus petites que d'autres ; l'exemple du *G. Celle*, auquel nous renvoyons, suffit, du reste, à le démontrer.

La nervation est très constante dans une plante donnée, les termes manquent malheureusement pour en exprimer les divers modes et leurs variations : presque toujours, il se détache de la médiane, à l'insertion même du pétiole, une ou deux paires de nervures secondaires plus ou moins ascendantes, c'est-à-dire atteignant le bord du limbe à un niveau plus ou moins élevé. Il y a là une série de variations qui semblent assez constantes. Le *G. lanceolata* franchement penninerve, et présentant en outre des nervures secondaires perpendiculaires et anastomosées d'une manière particulière et celui du *G. penninervis* s'opposent nettement à tous les autres *Grewia*.

Les poils que peut porter le limbe méritent d'être examinés et ont pu fournir d'excellents caractères de classification, c'est-à-dire constants. Ils sont très souvent étoilés, rarement simples. Leur forme est variable, la dimension de leurs branches ainsi que l'épaisseur de la paroi ; cette étude ne sera guère fructueuse que lorsque les matériaux seront plus abondants et les espèces mieux connues. Je me suis borné à opposer les cas où : 1° le limbe est glabre, 2° le limbe porte des poils espacés, 3° le limbe porte des poils rapprochés, contigus, formant un tomentum le rendant doux ou velouté au toucher, 4° les poils sont simples ou étoilés.

Le pétiole proprement dit ne présente guère de particularités à retenir pour être utilisées dans la classification.

Les stipules existent toujours mais sont, très fréquemment, rapidement caduques. — Il y a lieu de tenir compte de leur dimension et de leur forme, comme par exemple dans le *G. Baillonii*.

INFLORESCENCE. — Nous avons vu quel était le type le plus fréquent : à l'aisselle d'une feuille se développe un petit rameau : ce petit rameau a un développement très limité et porte trois bractées situées vers le sommet. Chacune de ces bractées développe à son aisselle une fleur pédicellée. On insiste principalement sur les caractères de la longueur relative des pédoncules et des pédicelles ; il ne faut pas attacher trop d'importance à ces faits et surtout ne pas oublier que cette longueur varie avec le développement des organes ; plus précis est le caractère fourni par la présence ou l'absence de poils sur les pédicelles.

Ce sont les bractées qui pourraient fournir les caractères les plus précieux et les plus importants : nous avons vu que, dans certains cas, chaque triade de jeunes fleurs était complétement enveloppée par une large pièce rostrée formant une sorte de capuchon ; cette pièce est peut-être constituée par l'ensemble des trois bractées complètement soudées qui sont glabres (*G. viscosa*, *G. mayottensis* etc.) ou velues (*G. cernua* etc.). Dans d'autres espèces au contraire les trois bractées sont toujours complètement distinctes et séparées ; dans ce dernier cas elles peuvent varier comme taille, comme forme, être glabres ou velues. Malheureusement elles ne sont conservées que dans un petit nombre d'échantillons.

Dans un très grand nombre d'espèces ces inflorescences ou triades sont isolées à l'aisselle des feuilles ; elles sont souvent aussi géminées et parfois, comme dans le *G. lavanalensis* on en observe tout un groupe à l'aisselle d'une feuille.

Il existe aussi un certain nombre d'espèces où on observe à l'aisselle d'une feuille plusieurs groupes triflores pédonculés eux-mêmes portés sur un pédoncule commun, l'inflorescence devient ainsi une sorte de cyme composée ; c'est le cas des *G. macrophylla* et surtout du *G. Andramparo*.

On observe encore d'autres modifications dans le type d'inflorescence : c'est ainsi que très souvent dans le *G. glandulosa*, on observe, à l'aisselle d'une feuille, une fleur axillaire isolée ; de même, et presque constamment, dans le *G. botryantha*, on observe à l'aisselle d'une feuille une ou plusieurs fleurs insérées isolément, et non par trois sur un pédoncule commun.

Enfin dans d'autres espèces il existe des cymes pédonculées qui comportent plus de trois fleurs et constituent ainsi des sortes d'ombelles : c'est le cas des *G. Radula, Richardiana, trinervata, Humblotii, Chalybea, maroana, comorensis, zizyphifolia*. C'est là un caractère important et très constant qui permettra vraisemblablement, quand ces espèces seront complètement connues, de les réunir en un groupe naturel.

Fleur. — Construite sur le type général que j'ai indiqué au début de ce Mémoire, la fleur présente pourtant un certain nombre de modifications qu'il y a lieu d'examiner.

Les fleurs sont généralement du type 5 ; Baillon a pourtant décrit quelques espèces à fleurs du type 3 ou 4 ; je ne pense pas qu'il y ait lieu de s'attacher à ce caractère ; il faudrait pouvoir disséquer un grand nombre de fleurs d'une même plante pour s'assurer qu'il ne s'agit pas là d'une variation individuelle.

La forme du bouton peut avoir un certain interêt, car il est parfois globuleux, d'autres fois allongé, plus ou moins cylindrique ou renflé à la base, d'autres fois on dit qu'il est obovoïde, c'est-à-dire assez gros, en forme d'œuf, renflé au sommet.

Les dimensions de la fleur varient assez largement et sont assez constantes dans une espèce donnée ; il faut être prudent quand il s'agit de jeunes fleurs qui peuvent s'accroître notablement ; il y a pourtant de grandes fleurs dont les sépales peuvent par exemple dépasser 2^c,5 de long *(G. grandiflora)* à côté de fleurs très petites comme celles des *G. Humblotii* ou *zizyphifolia* où les sépales ont environ 4 mm. ; le manque de matériaux ne m'a pas permis de savoir si toutes les espèces à petites fleurs devaient être placées côte à côte ou réparties en différentes sections.

Les sépales allongés linéaires, aigus ou obtus, toujours plus ou moins velus extérieurement, glabres et colorés en dedans ne nous ont, en somme, pas montré de caractères intéressants pour la classification.

Les pétales présentent la curieuse différenciation de la gaîne et de la ligule en nectaire dont nous avons déjà parlé. Le *G. Baillonii* et quelques autres sont remarquables en ce que la différenciation du nectaire y est poussée moins loin; la base rétrécie en onglet semble plus épaisse, plus foncée vue par transparence à la loupe et montre seulement de nombreuses petites papilles sur la face interne. Ne possédant pas de matériaux complets je ne sais si toutes les plantes possédant ce caractère doivent être rapprochées. Le *G. lanceolata* que je n'ai pu étudier, se sépare, d'après Baker, de tous les autres, par ses fleurs complètement apétales. Pour les autres espèces, c'est-à-dire celles dont la base des pétales est très différenciée, la forme du limbe peut être de quelque utilité; ce limbe est plus ou moins développé, tantôt plus large, tantôt plus étroit que le nectaire, parfois très court, parfois égalant presque les sépales, parfois presque orbiculaire, mais sa forme varie avec le développement de la fleur.

L'androgynophore est toujours assez bien développé; il est glabre sauf au sommet; dans quelques espèces (*G. glandulosa, G. pulverulenta,* etc.), il est nettement velu dans sa moitié supérieure, et ce caractère constant peut avoir une certaine valeur.

L'androcée ne semble susceptible de fournir aucun caractère important pour la systématique du genre.

Le pistil enfin, présente diverses modifications qui doivent avoir une importance primordiale dans le groupement des espèces, bien que son étude assez délicate doive être reléguée au second plan quand il s'agit de l'utiliser comme moyen de détermination.

Une coupe transversale montre que, dans la plupart des cas, l'ovaire est divisé d'une manière complète en deux loges, lesquelles sont subdivisées par une cloison incomplète, ce qui a fait dire aux auteurs que l'ovaire était formé de deux carpelles subdivisés par une cloison. Cette manière de voir, très plausible, ne pourrait être adoptée définitivement que par l'étude du développement, car le style présente souvent 4 lobes égaux.

En fendant délicatement un ovaire dans le sens longitudinal, deux cas peuvent se présenter : ou bien, dans chaque logette, on observe à la base un ovule dressé, ou bien, tout le long de la cavité on observe une série d'ovules disposés horizontalement; cette série peut être réduite à 2-3 ovules, ce qui est rare (*G. Cyclea* etc), plus souvent elle est formée de 20 ovules ou plus.

Au-dessus de l'ovaire proprement dit s'observe le style : une mention toute particulière doit être faite à propos du *G. pulverulenta* qui, par tous ses caractères, est un *Grewia* et qui présente pourtant, au sommet de l'ovaire, 3 petits styles rubanés, parfaitement libres, ce qui ne se rencontre pas ailleurs où les styles sont soudés presque complètement entre eux.

M. Gagnepain distingue plusieurs types de stigmate parmi les *Grewia* d'Asie : le 1^er^ type est réalisé par les *G. retusifolia* et quelques autres ; le stigmate y est constitué par un nombre indéfini de lanières ; dans le 2^e^ type, réalisé par *G. pilosa*, *G. piscatorum* etc, etc, le style se termine par un stigmate à 2-5 lobes courts rarement filiformes ; dans le 3^e^ type, le style se termine par un stigmate ponctiforme moins large que lui. — Ces variations ne s'observent pas dans les espèces malgaches.

Fruit. — Le fruit drupacé peut être plus ou moins charnu ; mais, on conçoit qu'il n'y a pas à s'occuper de la carnosité plus ou moins grande quand les matériaux d'étude sont des échantillons d'herbier.

Au point de vue purement extérieur, la drupe peut être globuleuse (*G. triflora*, *G. Pervillei*, *G. Celle* etc.) ou divisée par 2 sillons en croix, très étroits, en 4 lobes (*G. glandulosa*, *G. grandiflora*, etc.) ou être partagée en lobes bien individualisés, arrondis (*G. picta*, *G. Richardiana*, *G. subæqualis* etc.)— Ces caractères, à la fois faciles à observer et constants, sont primordiaux ; si on ne peut davantage à l'heure actuelle en tenir compte dans la systématique du genre, c'est que le fruit de beaucoup d'espèces est inconnu. — Il y a lieu de remarquer toutefois que, dans le cas des fruits lobés, chaque lobe correspond au développement d'une loge de l'ovaire ; aussi, il se peut, dans quelques espèces, que certaines fleurs aient une seule loge fertile : le fruit devient alors globuleux.

L'étude de l'organisation plus profonde de ces drupes révèle encore plusieurs particularités intéressantes :

Le 1^er^ type est réalisé par le *Grewia triflora* : la drupe globuleuse contient un gros noyau ; en coupe transversale, ce noyau présente 4 loges, et sur une coupe longitudinale on voit que chaque loge est divisée par des cloisons en plusieurs petites logettes superposées, contenant chacune une graine.

Le 2^e^ type est représenté par le *G. saligna:* ici le fruit est divisé en 2 lobes parfaitement individualisés ; chaque lobe contient un noyau qui est divisé en 2 loges par une cloison longitudinale, chacune de ses loges étant subdivisée en logettes uniseminées par des cloisons transversales.

Le 3^e^ type est fourni par le *G. polypyrena :* la drupe globuleuse au lieu de contenir un noyau divisé en loges subdivisées par des cloisons horizontales, contient autant de noyaux individualisés qu'il y a de graines développées ;

Le *G. mayottensis* représente un 4^e^ type : le fruit, non lobé, compte 4 noyaux assez gros : si on coupe longitudinalement un noyau, on voit qu'il est extrêmement épais et creusé à mi-hauteur d'une minuscule logette située sur la face interne et contenant une graine horizontale ; il est donc très probable que ce fruit provient du développement d'un ovaire multiovulé dans lequel un seul des ovules horizontaux se transforme en graine dans chaque loge.

Un 5^e^ type est représenté par le fruit volumineux des *G. glandulosa, grandiflora,* presque cubique, partagé en 4 lobes par deux sillons étroits qui sont perpendiculaires l'un à l'autre. Le fruit contient 4 noyaux osseux, épais, bilobés ; chaque noyau est divisé en deux loges par une cloison longitudinale : chaque loge contient une graine brune ressemblant à une lentille. A considérer un tel fruit on ne soupçonnerait pas qu'il résulte du développement d'un ovaire à carpelles multiovulés.

Le *G. Pervillei* et le *G. ambongoensis* constituent un 6^e^ type : ici le fruit petit est globuleux, dépourvu de sillon, et contient un gros noyau dur, divisé en quatre loges uniséminées.

Enfin un 7^e^ et dernier type d'organisation est celui des fruits profondément lobés, à lobes bien individualisés, contenant chacun un noyau uniséminé ; il se rencontre dans les *G. picta, Richardiana, G. pamanziana* etc. etc.

Les caractères tirés de la fleur et du fruit pourraient nous permettre de répartir les espèces entre diverses sections naturelles, à peu près comme il suit :

A. Styles libres . . . . I. *(Grewia pulverulenta).*
B. Styles soudés.

I. Carpelles multiovulés.
a. Fruit globuleux.
α. 1 noyau divisé en 4 loges subdivisées en logettes superposées et uniséminées . II. *(G. triflora, G. lavanalensis).*
β. 4 noyaux :
a. subdivisés en logettes superposées. . . . . . III. *(G. tiliæcarpa).*
b. non subdivisés. . . . IV. *(G. mayottensis).*
γ. Plus de 4 noyaux . . . . V. *(G. polypyrena).*

b. Fruit lobé.
Petit fruit à lobes distincts, largement séparés au sommet et contenant chacun un noyau divisé en 2 séries de logettes superposées . . VI. *(G. saligna).*
Gros fruit obtusement quadrilobé à 4 noyaux uni ou pauciséminés non divisés en logettes superposées . . . VII. *(G. glandulosa, G. grandiflora).*

II. Carpelles biovulés.
a. Fruit lobé à plusieurs noyaux uniséminés.
α. Fleurs en triades . . . . VIII. *(G. picta, Cloiselii).*
β. Fleurs groupées par plus de 3, en cymes ombelliformes . IX. *(G. Richardiana, Chalybæa).*
b. Fruit globuleux avec un noyau quadriloculaire . . . . . X. *(G. ambongoensis).*

(A suivre)

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. P.-A. Dangeard, chargé de cours à la Faculté des Sciences (P. C. N.) de Paris, a été élu Membre de l'Académie des Sciences dans la séance du 21 Mai 1917.

M. L. Mangin, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, vient d'être élu Membre de l'Académie d'Agriculture de France.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, *seront résumés dans les* NOTES BIBLIOGRAPHIQUES *ou signalés dans les* RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.
BATTANDIER, professeur à l'école de médecine d'Alger.
BEAUVERIE, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
BERTHAULT, docteur ès sciences.
BLARINGHEM, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
BOERGESEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
BOUDIER, correspondant de l'Institut.
BOUTROUX, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.
BROCQ-ROUSSEU, docteur ès sciences.
BUCHET, préparateur à la Sorbonne.
CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
COLIN (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
COMBES (Raoul), docteur ès sciences.
COSTANTIN, membre de l'Académie des Sciences.
COUPIN, chef de travaux à la Sorbonne.
DANIEL, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
DASSONVILLE, docteur ès sciences.
DEVAUX, professeur à l'Université de Bordeaux.
DOP (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.
DUBARD, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
DUCAMP, docteur ès sciences.
DUCELLIER, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Août 1917

N° 344

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

LIVRAISON DU 15 AOUT 1917

I. — BOIS DE TENSION ET BOIS DE COMPRESSION DANS LES BRANCHES DORSIVENTRALES DES FEUILLUS (avec deux planches en couleurs) par M. **P. Jaccard**. . . 225

II. — SUR DES EPIS ANORMAUX DE MAÏS OBTENUS A LA SUITE DU TRAITEMENT CUIVRIQUE DE LA SEMENCE, par M. **A. Jungelson**. 244

III. — RECHERCHES SUR LE GENRE *GREWIA (fin)*, par M. **René Viguier** 249

Cette livraison renferme les deux planches suivantes :

Planche 20. — *Bois de tension du côté supérieur d'une tige de* Populus alba *courbée horizontalement.*

Planche 21. — *Bois de compression du côté inférieur d'une tige de* Populus alba *courbée horizontalement.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

- **Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.**
- **Projections pour l'enseignement,** lanternes de projections, etc.
- **Enseignement technique, Collections** et **Matériel.**
- **Pièces d'anatomie humaine comparée** et **botanique** en staff et cire.
- **Mammifères, Oiseaux, Reptiles** et **Poissons,** prix à la pièce.
- **Squelettes montés,** prix à la pièce.
- **Insectes européens** et **exotiques,** prix à la pièce.
- **Coquilles,** prix à la pièce.
- **Animaux invertébrés en alcool,** prix à la pièce.
- **Fossiles et Minéraux,** prix à la pièce.
- **Cabinets** et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
- **Livres d'histoire naturelle.**
- **Instruments** pour l'étude des sciences naturelles.
- **Microscopes, Microtomes.**
- **Préparations microscopiques,** instruments pour la **Micrographie.**
- **Meubles** pour le rangement des collections.
- **Tableaux d'histoire naturelle,** collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10× 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
- **Mobilier** et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
- **Musée scolaire** pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32cm×23cm* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT

Prix d'un fascicule : 2 fr. 90

(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Étranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29 fr.**; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30 fr. 50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

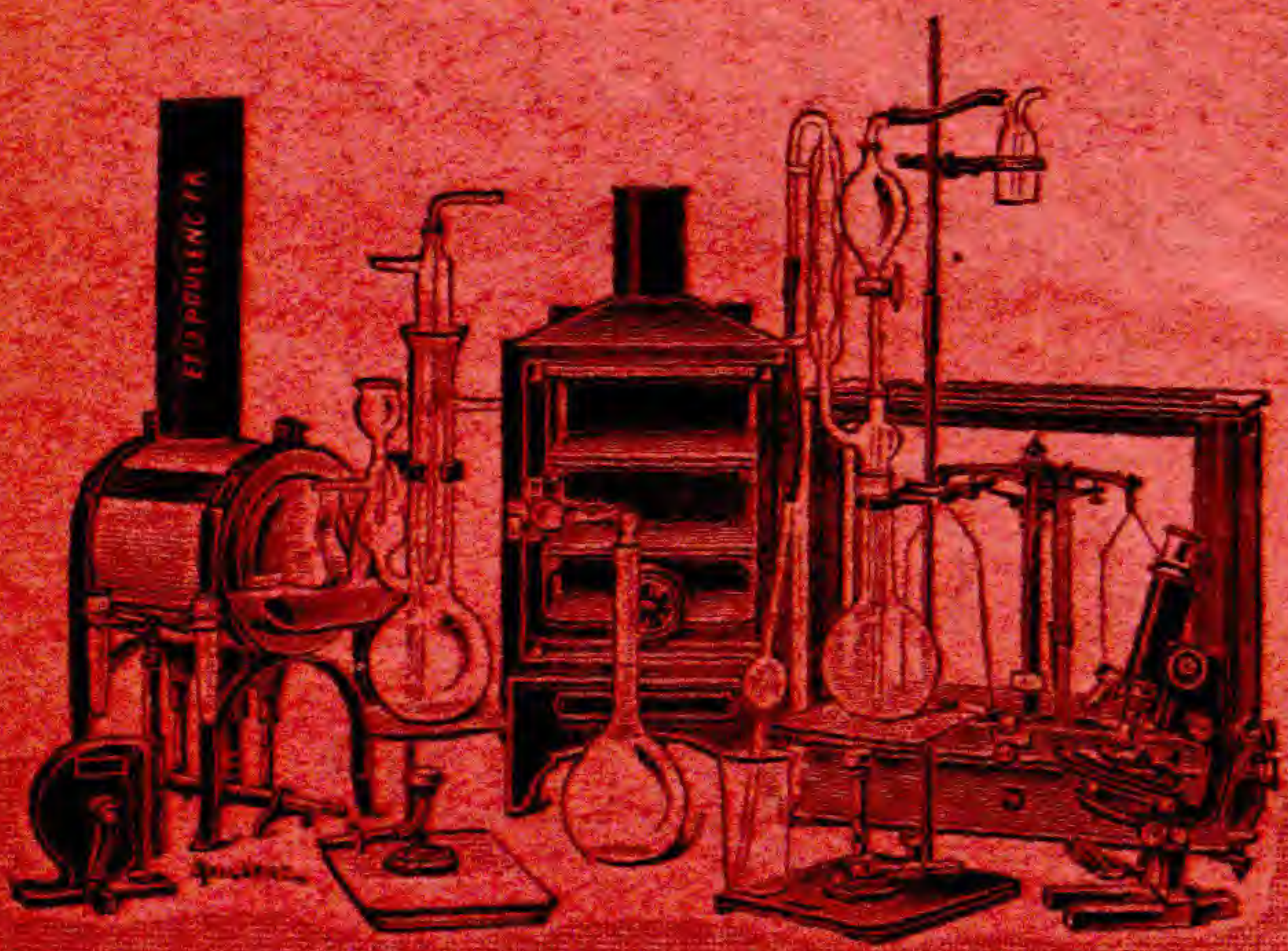
PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE



MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR

ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20 RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

I. KORISTKA-MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

BOIS DE TENSION ET BOIS DE COMPRESSION DANS LES BRANCHES DORSIVENTRALES DES "FEUILLUS"[1]

par M. P. JACCARD

Dans un arbre donné, la structure anatomique du bois est loin d'être uniforme : les racines, les tiges et les branches présentent à cet égard de notables différences ; en outre, dans chacun de ces organes, la forme, la distribution relative et le groupement des éléments ligneux éprouvent des modifications caractéristiques en rapport avec l'influence que les facteurs climatiques ou mécaniques exercent sur leur croissance.

Une structure anatomique parfaitement homogène n'est possible que si les forces physico-chimiques et mécaniques auxquelles sont soumises les cellules du cambium agissent avec une égale intensité et symétriquement sur tous les éléments de la couche génératrice.

Or cette uniformité dynamique, condition nécessaire d'une croissance concentrique, est rarement réalisée ; le plus souvent, les forces sus-mentionnées agissent inégalement sur le pourtour des organes, tiges, branches ou racines en voie de croissance, ce qui se traduit par la formation de couches annuelles excentriques et par une différenciation corrélative des éléments ligneux.

C'est surtout dans la structure des branches horizontales que cette inégalité se manifeste. Sous l'influence de la pesanteur, ces organes subissent l'action de forces mécaniques dissemblables ; tandis que leur côté supérieur est soumis à une traction longitudinale, leur côté inférieur éprouve une compression correspondante parallèle à l'axe de flexion.

Sous l'influence de ces deux forces antagonistes, non seulement

---

(1) Le terme de « feuillus » est utilisé par les forestiers pour désigner les Dicotylédones arborescentes à feuillage caduc, par opposition aux « résineux » ou Conifères à feuillage persistant et à feuilles aciculées.

les éléments ligneux acquièrent une structure nettement dissemblable, mais en outre, les divisions des cellules du cambium s'effectuent sur le côté tendu et sur le côté comprimé avec une fréquence très inégale, de sorte que la section transversale de ces organes est *excentrique*.

Chez les Conifères, cette excentricité s'accompagne d'une différence de coloration très apparente ; le bois est rouge-brun et dur sur le côté inférieur le plus large, tandis qu'il est blanc et plus tendre sur le côté supérieur étroit.

On sait en outre, depuis les travaux de R. HARTIG en particulier, que les trachéides du « bois rouge » différent de celles du « bois blanc » au triple point de vue histologique, chimique et mécanique.

L'existence d'une différenciation anatomique analogue des éléments ligneux en rapport avec l'excentricité de croissance n'a été signalée que plus tard dans les branches dorsiventrales des feuillus.

KNY (1) et LAMMERMAYR (2) qui en font mention brièvement ne lui ont certainement pas accordé l'importance qu'elle mérite.

H. METZGER (3) est, à ma connaissance, le premier qui ait entrepris à ce sujet des recherches expérimentales avec des feuillus. Il constate que de jeunes tiges de *Quercus, Fagus, Fraxinus* et *Acer* courbées artificiellement et maintenues au cours de leur croissance dans une position horizontale, développent sur leur côté supérieur un bois qu'il désigne sous le nom d'*Oberseitenholz* et dont la structure diffère nettement de celle du bois formé sur le côté inférieur. Le premier se distingue du second principalement par ses fibres dont la paroi, qui s'épaissit au point d'obstruer parfois presque complètement le lumen, reste incomplètement lignifiée et donne avec les réactifs appropriés une réaction plus ou moins cellulosique. Metzger remarque en outre que le bois des tiges courbées présente sur le côté supérieur une proportion de vaisseaux sensiblement moindre que sur le côté inférieur.

Il m'a paru intéressant d'établir expérimentalement, d'une façon plus complète que ne l'avait fait Metzger, dans quelle mesure la différenciation anatomique mentionnée tout à l'heure dépend des actions mécaniques, en particulier de la tension-compression longitudinale qui agit sur les côtés supérieur et inférieur des tiges courbées ou des branches horizontales.

---

(1) KNY. Ueber das Dickenwachstum des Holzkörpers, Berlin, 1882.

(2) LÄMMERMAYR. Beiträge zur Kenntnis der Heterotrophie von Holz und Rinde (Sitzungsberichte d. Kais. Akad. der Wissenschaft. Wien. Abt. I, Bd. CX, 1901).

(3) K. METZGER. Ueber das Konstructions Prinzip des secundären Holzkörpers. (*Naturw. Zeitschrift. für Forst-und Landwirtschaft.* 6^{ter} Jahrg, pp. 249-274, 1908).

Les premiers résultats de mes recherches furent présentés en 1915 à Genève lors de la réunion annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles où je présentai le dessin reproduit par les planches N° 20 et 21 du présent travail ; je décrivis alors les caractères histologiques et chimiques que les tensions-compressions longitudinales déterminent chez les fibres ligneuses des feuillus (1).

La même année, P. G. HERIC, dans un travail intitulé « *Zur Anatomie exzentrisch gebauter Hölzer* » (2) étudie la structure anatomique du côté large qu'il compare à celle du côté étroit de branches excentriques chez 7 espèces de feuillus récoltées dans les forêts de Lüttenberg (Steiermark).

Comme on pouvait s'y attendre, étant donné la complexité des facteurs en cause et la difficulté de les déterminer chez des arbres choisis au hasard des rencontres, une semblable étude ne conduit à aucune conclusion générale. HERIC relève cependant que chez toutes les espèces examinées, *Fagus*, *Salix*, *Ficus*, *Alnus*, *Olea*, *Tamarix* et *Fraxinus*, les fibres prédominent dans le bois du côté large, et les vaisseaux sur le côté étroit. Cette constatation concorde avec ce que j'ai remarqué moi-même le plus souvent dans mes expériences, et c'est ce que Metzger signale lui-même également. Sur ce point par contre KNY (3) et LAMMERMAYR (4) énoncent des conclusions absolument opposées ; et signalent sur le côté large des organes excentriques soit hypotrophes, soit épitrophes de *Betula*, *Cratægus*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Rhus*, *Buxus*, *Rhododendron* etc., des vaisseaux à lumen plus large et en nombre plus considérable ainsiqu'une proportion plus grande de rayons médullaires, que sur le côté étroit.

---

(1) P. JACCARD. Méthode expérimentale appliquée à l'étude des actions mécaniques capables d'influer sur la forme des arbres. (Verhandl. der Schweiz. Naturf. Geselsch., Gen. 1915).

(2) Dissertat. Univers. Freiburg i/s. Görz. 1915, 60 pages.

(3) KNY. *loc. cit.*

(4) LÄMMERMAYR. *loc. cit.*, pp. 32 à 34.

D'après LAMMERMAYR les cellules des rayons médullaires du côté large sont aussi généralement plus larges et renferment une quantité de substances de réserves plus considérable que sur le côté étroit.

Ces deux opinions contradictoires montrent que les différences de structure anatomique qui existent entre les deux côtés opposés des organes excentriques des feuillus n'ont pas, dans les conditions naturelles de croissance, un caractère constant, mais diffèrent d'une espèce à l'autre, voire même d'un individu à l'autre dans une même espèce. Seule l'expérience est capable de fournir à cet égard des résultats utiles et comparables.

En soumettant des tiges de divers feuillus à des flexions alternatives variables en durée, en direction et en intensité, et en comparant la structure anatomique du bois formé dans ces conditions avec celle de branches naturellement horizontales ou inclinées de la même espèce, je crois avoir nettement établi les points suivants :

1) Les fibres à épaississement plus ou moins cellulosique qui apparaissent généralement sur le côté supérieur des rameaux horizontaux de la plupart des feuillus doivent leurs caractères particuliers à la tension longitudinale à laquelle elles sont soumises sous l'action de la pesanteur. Elles méritent réellement le nom de *fibres de tension* par lequel je les désigne déjà dans de précédents travaux.

2) Inversement, les fibres à parois moins épaisses et plus complètement lignifiées qui se forment sur le côté inférieur des mêmes branches, méritent le nom de *fibres de compression* et doivent leurs caractères particuliers à la compression longitudinale à laquelle elles sont soumises lors de leur formation et pendant leur différenciation ultérieure.

Les particularités morphologiques et chimiques de ces deux sortes de fibres ressortent nettement des dessins qui accompagnent ce travail et qui donnent l'image grossie de la structure du *bois de tension* et du *bois de compression,* telle qu'on l'observe sur une coupe microscopique transversale traitée par le chlorure de zinc iodé (Planches 20 et 21).

Toutes les espèces ligneuses soumises à l'action de tensions-compressions antagonistes ne présentent pas, il est vrai, des caractères différentiels aussi marqués que ceux reproduits par les Pl. 20 et 21. Les différences qu'on observe à cet égard dépendent non seulement de la nature spécifique des plantes, mais de l'intensité de l'excitant mécanique.

3) D'une façon générale cependant, le bois de tension se distingue du bois de compression par la proportion plus forte et par le groupement plus compact de ses fibres ligneuses ; par une réduction correspondante du nombre des vaisseaux ; par un développement souvent plus considérable des rayons médullaires et des réserves qu'ils contiennent, enfin, par le groupement plus régulier de ses fibres dont la section transversale est fréquemment plus ou moins rectangulaire et qui forment des files radiales très apparentes.

4) Au point de vue chimique les fibres de tension présentent les caractères suivants : La membrane *primaire* ou lamelle moyenne est très mince et fortement lignifiée ; elle prend avec le chlorure de zinc iodé une belle coloration jaune et se distingue par là nettement de la couche *secondaire* d'épaississement laquelle, traitée avec le même réactif, se colore tantôt en violet, tantôt en rouge brun.

La membrane *secondaire* se distingue également de la lamelle moyenne par sa plus grande épaisseur et par sa réfringence particulière. Mais c'est surtout le grand développement de la membrane *tertiaire* qui donne aux fibres de tension leur caractère dominant. Elle forme la moitié ou les trois quarts de l'épaisseur totale de la paroi de ces fibres dont elle remplit parfois presque complètement le lumen. Un fort grossissement fait apparaître les couches concentriques d'apposition dont elle est formée, la coloration qu'elle prend avec le chlorure de zinc iodé est plus violacée que celle de la couche secondaire dont elle ne se distingue d'ailleurs pas toujours très nettement. La portion interne la plus jeune, bordant le lumen, prend régulièrement une coloration bleu-violacée plus foncée et forme une sorte de liséré très apparent.

Quelle est la nature chimique de cet épaississement interne des fibres de tension ? METZGER le considère comme étant constitué par de l'*hémicellulose,* s'appuyant à cet égard, entr'autres, sur les travaux de SCHULZE, de SCHELLENBERG, de LECLERC DU SABLON. Dans les nombreuses préparations que j'ai traitées par la méthode classique, je ne suis arrivé pour ma part que rarement à dissoudre tout ou partie des couches secondaires et tertiaires d'épaississement des fibres. Si elles étaient formées d'hémicellulose pure, les couches en question devraient se dissoudre par la cuisson dans des acides minéraux dilués, or en réalité elles ne sont que plus ou moins modifiées dans leur réfringence, leurs propriétés optiques et leur coloration avec les réactifs usuels. Comme elles résistent également à l'action de l'oxyde de cuivre ammoniacal, elles ne sont donc pas constituées non plus par de la cellulose pure. La forte coloration qu'elles prennent avec le rouge de ruthenium, la safranine et le bleu de méthylène qu'elles absorbent facilement permet d'admettre qu'elles renferment de la pectine en plus ou moins grande proportion.

En définitive, étant donné la manière dont elles se comportent vis-à-vis des divers réactifs utilisés, les couches internes d'épaississement des fibres de tension paraissent, le plus souvent, *constituées par de la cellulose plus ou moins fortement mélangée d'hémicellulose et de pectine et, dans certains cas, peut-être aussi de lignine.* Sur ce point, G. Heric (1) dans son travail déjà cité arrive exactement à la même conclusion.

Les différences de coloration qu'on observe d'une espèce à l'autre sur des coupes microscopiques traitées au chlorure de zinc iodé proviennent selon toute probabilité de la proportion relative des subtances sus-mentionnées dans la paroi cellulaire, où tantôt l'une, tantôt l'autre prédomine.

5) *Bois de compression.* Le bois qui se forme sur le côté comprimé se distingue le plus souvent au premier coup d'œil par la lignification presque complète et très accusée de tous ses éléments. Les fibres y sont plus irrégulièrement anguleuses que dans le bois de tension ; elles y forment des plages moins étendues et les vaisseaux y sont plus fréquents.

La paroi primaire très mince des fibres se distingue, par sa réfringence particulière, de la membrane secondaire dont elle paraît, sur les coupes colorées au chlorure de zinc iodé, séparée par une étroite bordure pâle ou presque incolore. La couche secondaire des fibres soumises à une compression longitudinale est toujours nettement lignifiée et donne, avec le chlorure de zinc iodé, une belle coloration jaune ; elle n'est pas très épaisse et se continue en une couche tertiaire également lignifiée, le plus souvent peu développée, et qui entoure un lumen largement ouvert.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 18.

Assez fréquemment, les fibres de compression présentent sur leurs faces longitudinales des ponctuations aréolées plus distinctes et plus nombreuses que chez les fibres de tension.

6) D'une façon générale, les fibres de tension sont plus longues que les fibres de compression. A cet égard cependant, l'écart qu'on observe entre ces deux catégories est des plus variables. Baratnetzky (1) à qui nous devons à ce sujet les mesures les plus nombreuses et les plus précises, montre que dans une branche donnée, horizontale ou inclinée, la différence de longueur en faveur des fibres de tension croît avec l'âge, dans les premières années tout au moins, sans qu'il soit possible cependant d'observer à cet égard une régularité quelconque.

7) *Distribution des fibres de tension dans les conditions naturelles de croissance.* Dans les branches des feuillus croissant naturellement, la distribution des fibres de tension varie suivant l'âge et suivant les espèces :

Dans les branches plus ou moins horizontales et nettement excentriques, les fibres de tension s'observent régulièrement sur le côté supérieur tendu de l'organe où elles se rencontrent le plus souvent dans le bois d'été et dans le bois d'automne. En traitant au chlorure de zinc iodé une section transversale polie d'une branche dorsiventrale de *Fagus*, de *Quercus*, d'*Ailantus*, d'*Alnus*, etc., on voit apparaître des croissants concentriques colorés en brun-rouge, occupant toute la moitié supérieure de la section. Ces croissants, dont la plus grande largeur se trouve vers le dos de la branche, correspondent aux zones plus ou moins compactes de fibres de tension et sont séparés par de minces bandes d'éléments complètement lignifiés et colorés en jaune ; toute la moitié inférieure de la section ainsi traitée est uniformément colorée en jaune et forme avec la moitié supérieure un contraste analogue mais inverse à celui qu'on observe à l'œil nu et sans devoir recourir à un traitement spécial entre le « bois blanc » et le « bois rouge » d'une branche hypotrophe de Conifère.

---

(1) J. Baranetzky. Ueber die Ursachen welche die Richtung der Aeste der Baum und der Straucharten bedingen. (Flora Bd. 89, 1901, pp. 138-239).

Dans les branches jeunes et flexibles de nombreux feuillus, cette distribution est loin d'être aussi régulière.

L'examen d'un grand nombre de rameaux âgés de 1 à 8 ans prélevés sur le même arbre, mais à intervalles de 10 jours pendant toute la durée d'une période de végétation m'a montré que dans les conditions naturelles de croissance les fibres de tension peuvent apparaître aussi bien sur le côté inférieur ou sur les flancs que sur le côté supérieur et qu'elles peuvent en outre se former tantôt dans le bois de printemps, tantôt dans celui d'été ou d'automne. Dans la règle toutefois elles ne se forment pas *simultanément* sur deux côtés opposés d'un même anneau.

Ces observations semblent au premier abord en contradiction avec la conclusion de nos expériences d'où il résulte que la formation des fibres de tension est déterminée par la traction longitudinale qui, grâce à la pesanteur, s'exerce sur le côté supérieur des branches horizontales.

La présence de ces fibres sur le côté inférieur de branches flexibles s'explique par l'action d'une force analogue à la pesanteur, mais agissant en sens inverse. Cette force n'est autre que le géotropisme négatif, qui constamment s'oppose à la pesanteur et qui, chez les jeunes branches, l'emporte généralement sur elle jusqu'au moment où l'augmentation insensible de leur propre poids neutralise son action.

A côté du géotropisme, le phototropisme, lui aussi, est en mesure de faire équilibre à la pesanteur ou même de l'emporter sur elle et d'imprimer aux jeunes branches leur direction. Tandis que géotropisme et pesanteur agissent en direction verticale, le phototropisme peut, surtout parmi les rameaux d'un grand arbre, provoquer la courbure des branches soit latéralement, vers la droite ou vers la gauche, soit verticalement, vers le haut ou vers le bas, suivant la saison, l'exposition, l'entourage (croissance isolée ou en massif, nappe d'eau réfléchissante) ou toute autre cause capable de favoriser l'insolation dans une direction particulière. En définitive, la combinaison de la pesanteur, du géotropisme et du phototropisme détermine, dans les organes en voie de croissance, un conflit d'influences plus ou moins contraires, dont la résultante peut varier d'une saison à l'autre et qui règle la direction prise par chaque branche.

On s'explique ainsi la diversité qu'on observe dans les conditions de croissance naturelles quant à la distribution des fibres de tension, et la difficulté qu'il y a de juger sûrement à priori si telle ou telle portion d'une branche se trouve effectivement soumise à une compression ou à une tension longitudinale.

Cette diversité de distribution des fibres de tension concorde avec les différences observées par J. Baranetzky (1) quant à la longueur relative des fibres ligneuses sur les deux côtés antagonistes de branches horizontales. Bien que, d'une façon générale, la longueur des fibres sur le côté supérieur tendu dépasse celle qu'on observe sur le côté inférieur, le cas inverse se produit aussi et les différences observées à cet égard varient d'une branche à l'autre, et dans une même branche d'une année à l'autre.

Ces différences s'expliquent fort bien par l'action antagoniste du géotropisme négatif et de la pesanteur. Chez les feuillus par exemple, où la courbure géotropique des jeunes pousses est généralement plus marquée que chez les Conifères, *ce sont les fibres du côté inférieur qui sont les plus longues*, alors que chez les Conifères ce sont celles du côté supérieur du rameau et cela fréquemment dès la première année déjà.

Le fait qu'habituellement l'écart en faveur du côté supérieur croît avec l'âge, pendant les 4 à 5 premières années tout au moins, provient sans aucun doute de ce qu'au fur et à mesure de l'épaississement des branches, l'action de la pesanteur l'emporte de plus en plus sur celle du géotropisme négatif.

8) *Des fibres de tension peuvent-elles se former indépendamment de l'action directe de la pesanteur du géotropisme ?* Sur des coupes transversales de tiges de Glycine croissant à peu près verticalement, on observe fréquemment des plages de fibres de tension typiques dont la formation paraît résulter de la torsion et de la croissance volubile de cette plante. Il semble au premier abord qu'une tige ou une branche tordue parallèlement à l'axe devrait former des fibres de tension sur tout son pourtour. Les expériences que j'ai entreprises à ce sujet avec des tiges *d'Aesculus* et *d'Alnus* m'ont bien permis d'obtenir une torsion de la tige, mais pas la formation de fibres de tension typiques. Je dois dire, il est vrai, que toutes mes expé-

---

(1) *Loc. cit.*, pages 224 à 230.

riences de torsion artificielle provoquèrent, dans la tige ou les branches utilisées, des fentes longitudinales plus ou moins spiralées, ce qui vraisemblablement empêchait le développement d'une tension effective parallèle à la direction de torsion dans la couche de cambium.

J'ai déjà signalé ailleurs (1) le fait singulier que les racines de feuillus soulevées au-dessus du sol par l'accroissement en épaisseur de racines plus grosses et soumises de ce fait à une traction longitudinale parfois très forte ne développent pas de fibres de tension.

D'autres racines, par contre, se développant sous terre dans des conditions naturelles, présentent parfois des fibres de tension dont la formation ne s'explique ni par l'action de la pesanteur ni par celle du géotropisme, mais qui paraît due à un état de tension longitudinal des fibres résultant d'un accroissement accéleré tel qu'on l'observe parfois sur le côté *convexe* d'une forte courbure locale dont l'épaississement est entravé sur le côté concave. Dans ces conditions, suivant la position de la courbure, les fibres de tension apparaissent sur les flancs aussi bien que sur les côtés supérieur ou inférieur.

C'est à des tensions intérieures du même ordre, que sont dues vraisemblablement les fibres de tension qui apparaissent tantôt sur le côté convexe tantôt sur le côté concave des tiges courbées en forme de boucle (2) et qui, par suite de la soudure du bois des portions ascendantes et descendantes de la boucle, se trouvent, dans la portion nouée, plus ou moins soustraites à l'action habituelle de la pesanteur et du géotropisme.

Dans ce dernier cas, comme dans celui des racines courbées localement, la formation des fibres de tension paraît dépendre en quelque sorte de la rapidité de l'accroissement en épaisseur, en un point donné de l'organe, d'où résulte, dans la couche de cambium, un état de tension particulier.

D'après ce qui précède, nous pouvons en définitive répondre par l'affirmative à la question posée plus haut : Bien que, dans la plupart des cas, les fibres de tension se forment grâce à l'action de tensions longitudinales dues, soit à la pesanteur soit au géotropisme, elles peuvent aussi prendre naissance sous l'influence d'autres causes agissant *localement* et capables de provoquer dans la couche de cambium des tensions analogues.

---

(1) P. Jaccard. Structure anatomique de racines hypertendues. *(Revue générale de Botanique,* Bd. XXV bis, 1914, p. 359).

(2) On trouvera une description détaillée de ce cas particulier, accompagnée de plusieurs figures, dans un mémoire qui paraîtra prochainement.

9) *Plantes ligneuses sans fibres de tension.* A part *Tilia,* toutes les essences feuillées indigènes arborescentes réagissent vis-à-vis des tensions longitudinales par la formation de fibres de tension. Parmi les espèces que j'ai examinées, cette réaction s'est montrée particulièrement accusée et caractéristique chez *Quercus, Ailantus, Fagus, Alnus, Aesculus, Fraxinus, Betula, Populus, Robinia.*

Comment se fait-il qu'elle ne se manifeste chez *Tilia* ni dans les conditions naturelles, ni dans des branches ou des tiges courbées ou ployées périodiquement de façon à provoquer sur un de leurs côtés un état de tension longitudinale ? Cette exception est au premier abord assez énigmatique, d'autant plus que *Populus* dont le bois tendre et riche en vaisseaux présente avec celui de *Tilia* de grandes analogies, est une des espèces chez lesquelles les fibres de tension prennent leur plus beau développement. Peut-être cette particularité est-elle en rapport avec l'épaississement de l'écorce qui se manifeste habituellement sur le côté supérieur large des branches épitrophes des Tiliacées (1), dont l'écorce renferme, comme on le sait, des fibres libériennes très développées et très flexibles ?

Parmi les feuillus exotiques acclimatés chez nous, je n'ai rencontré jusqu'ici qu'une espèce chez laquelle les fibres de tension fassent régulièrement défaut sur le côté supérieur des branches horizontales (du moins chez les exemplaires que j'ai pu examiner) il s'agit du *Liriodendron tulipiferum.* Ici encore il est difficile de voir la raison de cette exception, mais ce qui mérite d'être relevé c'est l'extraordinaire ressemblance que présente au premier coup d'œil, en section transversale, la structure anatomique des branches du *Liriodendron* avec celle de *Tilia.* Soit la structure de l'écorce, soit celle du bois, présente une analogie telle qu'on pourrait s'y tromper. Cette similitude disparait par contre lorsqu'on examine des coupes longitudinales. Le fait que ces deux espèces se montrent toutes deux privées de fibres de tension présente un réel intérêt.

---

(1) Wiesner *(Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch.,* Bd. X, 1892, p. 609) et Lämmermayr *(Sitzungsber. loc. cit.,* p. 61) ont relevé cette particularité propre aux *Tiliacées* et aux *Annonacées* chez lesquelles l'hétérotrophie du corps ligneux s'accompagne toujours d'un épaississement correspondant de l'écorce.

Un second cas mérite d'être relevé, c'est celui de *Rhus typhina* chez lequel je n'ai pas non plus observé de fibres de tension typiques, tandis qu'il s'en forme chez *Rhus cotinus*. Je n'ai eu il est vrai, à ma disposition, que des jeunes individus de cette espèce ; ici encore il m'est difficile pour le moment de discerner la raison de cette exception.

Tandis que chez les feuillus arborescents de la zone tempérée, les fibres de tension font très rarement défaut dans le bois du côté supérieur tendu des branches horizontales, cette absence est la règle chez les arbustes et les arbrisseaux, tels que *Lonicera*, *Ribes*, *Ligustrum*, *Viburnum*, *Corylus*, etc. Ces fibres manquent aussi régulièrement dans les organes lignifiés et plus ou moins plagiotropes des espèces sous-frutescentes. Toutefois, chez des tiges épaisses d'*Helianthus annuus*, maintenues artificiellement courbées pendant plusieurs semaines, j'ai pu observer que le bois formé sur le côté convexe et tendu de la courbure, donne avec le chlorure de zinc iodé une coloration nettement violacée tandis que le côté concave plus étroit prend une teinte jaune distincte. De nouvelles recherches avec *Helianthus* sont actuellement en cours.

10) *Influence de la durée et de l'intensité de l'excitant mécanique sur la formation des fibres de tension.*

L'expérience montre avec évidence que la formation des fibres de tension est sous *la dépendance immédiate* d'actions mécaniques déterminées, qu'elle varie avec leur *durée* et leur *intensité* et qu'elle ne saurait être envisagée comme un caractère spécifique acquis par sélection et transmis par hérédité.

En ce qui concerne la *durée d'action de l'excitant,* des expériences entreprises avec *Aesculus* et *Fagus* m'ont permis de fixer de 6 à 10 jours suivant la saison, la durée minimum nécessaire pour qu'une tension longitudinale, agissant d'une façon ininterrompue sur l'un des côtés d'une branche ou d'une tige croissant horizontalement, y provoque la formation de fibres de tension. Si l'action excitatrice est interrompue, mais qu'elle se répète périodiquement et d'une façon sensiblement constante en force et en direction, *les influences partielles s'additionnent et l'effet total reste le même, à condition toutefois que les périodes d'excitation, autrement dit la durée du temps de présentation, soit au minimum de quelques heures* (8 à 12 heures suivant les espèces et suivant la saison) et que la durée des interruptions soit à peu près du même ordre.

Lorsque les interruptions se répètent à intervalles trop rapprochés, comme c'est le cas chez des tiges flexibles courbées alternativement plusieurs fois par minute, dans deux directions opposées, la formation des fibres de tension n'a pas lieu. La formation des fibres de tension dépend non seulement de la durée de l'excitation mécanique, mais aussi de son *intensité*. Mes expériences établissent en effet qu'il y a lieu de distinguer à cet égard, comme pour les réactions géo ou phototropiques, un minimum, un optimum et un maximum d'excitation : Lorsque la tension longitudinale est trop faible et n'atteint pas le « seuil d'excitation », les fibres de tension ne se forment pas ; lorsqu'au contraire l'intensité de l'excitant mécanique dépasse la limite d'élasticité des fibres ligneuses, la réaction qu'elle détermine est d'ordre traumatique et peut même entraver complètement l'activité du cambium. Entre ces deux extrêmes, variables d'une espèce à l'autre, se trouve *l'optimum d'excitation* conduisant au développement maximum des fibres de tension.

De ce qui précède, ressort avec évidence qu'il ne saurait être question d'accorder aux fibres de tension des feuillus la valeur d'un caractère spécifique transmissible par hérédité. Il s'agit d'une réaction en rapport direct et immédiat avec l'excitant mécanique qui la produit et qui ne saurait apparaître sans lui.

11) *Les fibres de tension ont-elles une signification phylogénétique ?* La formation habituelle des fibres de tension sur le côté supérieur tendu des branches horizontales des feuillus suggère à K. Metzger (1) une hypothèse qui, au premier abord, paraît très séduisante. Considérant que les feuillus soumis à des influences mécaniques augmentent leur résistance à la flexion par la formation d'éléments incomplètement lignifiés et plus élastiques (fibres de tension), tandis que les Conifères, vis-à-vis des mêmes actions, augmentent leur résistance à la compression en produisant, sur le côté comprimé, du bois en plus grande quantité (bois rouge), Metzger en conclut, qu'au point de vue statique, ces deux groupes de végétaux présentent une différence essentielle : les feuillus étant construits de telle sorte qu'ils offrent le

---

(1) Ueber das Constructions Prinzip., *loc. cit.*, pp. 254 et 260.

maximum de résistance vis-à-vis des efforts de tension, les Conifères le seraient de façon à résister surtout aux efforts de compression qui s'exercent parallèlement à l'axe de croissance.

Metzger part de cette idée pour en déduire que les essences feuillées arborescentes dérivent vraisemblablement de formes originellement grimpantes ou volubiles qui, dans les forêts primitives, trouvaient dans les fûts droits et rigides des Conifères un appui leur permettant de s'élever jusqu'à la lumière. Leur résistance à la flexion et la réaction particulière qu'elles manifestent vis-à-vis des tensions longitudinales s'expliqueraient, d'après Metzger, par une survivance de l'état ancestral des feuillus dont les tiges et les branches volubiles se trouvaient constamment soumis à des efforts de tension longitudinale.

Nous avons exposé plus haut les raisons qui nous empêchent de voir dans la formation des fibres de tension et dans leur résistance particulière à la traction un caractère atavique. Ajoutons encore que la résistance à la traction qui, dans le bois, marche sensiblement de pair avec la résistance à la compression, dépend avant tout de la nature spécifique des espèces arborescentes et qu'à cet égard, les différences qu'on observe d'un « feuillu » à l'autre sont plus considérables que celles qu'on peut observer entre la tige d'un Épicéa et celle d'un Hêtre ou d'un Chêne ayant crû dans des conditions comparables.

Les mesures comparatives effectuées avec du « bois blanc » prélevé sur le côté supérieur de branches horizontales de Conifères et du « bois rouge » développé sur le côté inférieur comprimé ont montré que le module d'élasticité du premier vis-à-vis de la compression est en général très supérieur à celui du second, généralement considéré pourtant comme un bois de compression typique. Cette constatation rend l'explication finaliste de Metzger difficilement soutenable ; elle nous montre en outre qu'on ne saurait, en partant du point de vue *d'utilité* seulement, expliquer d'une manière satisfaisante ni la formation du bois de compression ni celle du bois de tension.

En partant du principe d'économie du matériel, on comprend d'autre part difficilement que les branches horizontales des feuillus s'épaississent généralement davantage sur le côté supérieur tendu que sur le côté inférieur comprimé, alors qu'elles sont en mesure d'augmenter leur résistance à la flexion par la formation, sur le côté tendu, de fibres spécialement résistantes.

Le renforcement des branches vis-à-vis de l'action de la pesanteur serait donc obtenu dans ce cas à la fois par une augmentation de la qualité et par un accroissement de la quantité des éléments ligneux, ce qui ne saurait cadrer, me semble-t-il, avec le principe du maximum de solidité obtenu avec le minimum de matériel.

Remarquons à ce propos que chez les Conifères, l'inverse se produit ; le côté le plus large des branches horizontales est formé par le bois mécaniquement le moins résistant.

12) *Modifications physiologiques dues à l'excitation mécanique.* S'il est relativement facile de mettre en évidence l'action de la pesanteur sur la formation des fibres de tension, il est beaucoup plus malaisé de se rendre compte de la nature des modifications physiologiques que l'excitation mécanique provoque dans les cellules du cambium et dans les éléments ligneux en voie de croissance.

La première question qui se pose à ce propos consiste à déterminer l'intensité des efforts de traction ou de compression auxquels sont soumises dans les branches horizontales les cellules génératrices du bois grâce à l'action de la pesanteur.

En utilisant pour évaluer cette action les formules employées en statique pour le calcul des moments de résistance, j'ai obtenu pour le travail à la flexion chez des branches horizontales de *Picea*, de *Sequoia*, de *Betula*, de *Fagus*, etc., des chiffres variant le plus souvent entre 200 et 300 kg. par cm^2.

Dans quelle mesure ces chiffres correspondent-ils aux efforts réels qui s'exercent sur la couche génératrice des branches vivantes, c'est ce qu'il est assez difficile d'établir sûrement.

Au premier abord, il semble que les cellules délicates et non encore lignifiées du cambium ne soient guère en mesure de supporter sans altération grave de gros efforts mécaniques. Isolées de leur milieu naturel elles ne résisteraient certainement pas à une pression de 30 à 40 kg par cm^2.

Même en admettant que la structure cellulaire du bois ainsi que le pouvoir de déformation et l'élasticité particulière des éléments ligneux vivants influent sur le mode de transmission des tensions-compressions et atténuent en quelque sorte leur effet mécanique, les cellules de la couche génératrice n'en resteraient pas moins soumises à des pressions ou tractions dépassant notablement la valeur de leur tension osmotique.

D'après les déterminations encore trop peu nombreuses que nous possédons (1) il semble que la pression des cellules du cambium des arbres indigènes s'élève fréquemment à 15 et 20 atmosphères ; il n'est pas probable cependant qu'elle atteigne toujours cette valeur pendant la période de croissance.

Même en réduisant fortement les chiffres mentionnés plus haut concernant le travail à la flexion chez des branches horizontales, il paraît certain que les cellules génératrices, en particulier celles du côté inférieur comprimé, éprouvent un effort mécanique supérieur à la valeur de leur pression osmotique.

Il est évident d'autre part que les modifications physiologiques, provoquées par la compression sur le côté inférieur, ne sauraient être semblables à celles qui résultent de la tension longitudinale sur le côté supérieur d'une branche horizontale (2).

L'allongement plus considérable des fibres ou des trachéides sur le côté tendu, et leur aplatissement plus ou moins marqué dans le sens radial s'expliquent en somme assez naturellement ; de même, les trachéides du bois rouge ou du bois de compression des Conifères avec leur section transversale arrondie et leur allongement moindre réalisent, semble-t-il, la forme d'équilibre répondant le mieux à la compression extérieure auxquelles elles sont soumises.

On s'explique par contre moins facilement au premier abord les différences qu'on observe dans la lignification et dans l'épaississement des parois des fibres de tension et des fibres de compression.

La raison primordiale de ces différences me paraît être *l'inégale perméabilité* des parois de ces deux sortes de fibres, en rapport avec leur structure micellaire dissemblable. L'intensité des échanges osmotiques dépendant dans une large mesure de la perméabilité des membranes, on peut supposer que toute modification profonde de cette propriété essentielle des parois cellulaires influe sur la persistance plus ou moins grande du plasma vivant dans les cellules en voie de lignification, ainsi que sur la marche de leur lignification et de leur minéralisation.

---

(1) A. Wieler. Beiträge zur Kentniss der Jahrringbildung und des Dickenwachstums. *(Pring. Jahrb. für. wiss. Botanik,* Vol. 18, 1887, pp. 78-88).

(2) A. Winkler. Ueber den Einfluss der Aussenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse. *(Même publication,* Vol. 52, 1913, p. 467).

(3) Je discute ailleurs plus en détail les conditions différentes créées par les tensions-compressions sur les côtés antagonistes des branches dorsiventrales des Conifères.

En faveur de cette manière de voir, relevons le fait que, sur le côté supérieur tendu des branches horizontales de nombreux feuillus, la couche de cambium est généralement séparée des assises complètement ligneuses par une zone d'éléments vivants incomplètement lignifiés, notablement plus large que sur le côté inférieur comprimé.

Comme nous l'avons vu, l'excitation mécanique est non seulement capable de modifier les caractères histologiques et chimiques des fibres ligneuses, mais encore leur proportion par rapport aux autres éléments constitutifs du bois.

Cette proportion relative, caractéristique pour une espèce donnée, et qui dans les tiges et les branches verticales ne varie guère, exprime en quelque sorte la relation qui existe pour l'espèce considérée entre les trois fonctions essentielles du tissu ligneux, le transport de la sève brute, l'emmagasinement des réserves et la consolidation de la plante, réalisées respectivement par les fibres, les vaisseaux et le parenchyme ligneux. Toute cause capable de modifier la croissance de l'un de ces éléments retentit forcément par corrélation sur le développement des autres.

Les différences que présentent le bois de tension et le bois de compression, quant au nombre, au diamètre et à la répartition des vaisseaux du parenchyme et des rayons médullaires, peuvent résulter tout autant de modifications corrélatives que d'une influence directe de l'excitation mécanique sur ces éléments.

⁂

Ajoutons encore que la formation des fibres de tension et celle des fibres de compression résultant toujours d'une excitation mécanique particulière, soit généralement de l'action antagoniste de tensions-compressions longitudinales, *ne se manifeste,* à ma connaissance, *que chez des organes à croissance excentrique.* (Le sens de cette excentricité pouvant d'ailleurs varier) Cette différenciation anatomique manque par contre chez les organes dont la croissance excentrique résulte de l'action de facteurs climatiques indépendamment de toute excitation mécanique.

Conclusions.

En résumé, sous l'influence des tensions et compressions longitudinales dues à la pesanteur, les branches horizontales de la plupart des essences feuillées indigènes développent sur leur côté supérieur un tissu ligneux qui, au point de vue morphologique et chimique, diffère notablement de celui du côté inférieur.

Une différenciation analogue peut prendre naissance sous l'influence d'autres causes telles que le géotropisme, ou par suite de courbures locales capables de provoquer, sur deux côtés opposés des tiges, des branches ou des racines, soit des tensions soit des compressions longitudinales.

La formation des fibres de tension typiques ne s'observe que chez les arbres et ne fait défaut que chez un petit nombre d'entre eux (*Tilia* et *Liriodendron* entr'autres). Elle n'apparaît pas chez les arbustes, les arbrisseaux et les plantes annuelles ligneuses.

Elle ne se manifeste que chez les organes excentriques mais n'accompagne pas toujours et nécessairement la croissance asymétrique.

La formation des fibres de tension et des fibres de compression ne constitue pas un caractère spécifique ; elle n'apparaît jamais en dehors d'une excitation mécanique déterminée. On ne saurait en tout cas lui accorder la valeur d'un caractère acquis, transmissible par hérédité, ni la signification phylogénétique que lui attribue Metzger.

Institut de Botanique générale et de Physiologie
de l'Ecole polytechnique fédérale.
Zürich. Mars 1917.

EXPLICATION DES PLANCHES

Grossissement : 500 fois environ.
Préparations traitées par le chlorure de zinc iodé.

PLANCHE 20

Bois de tension du côté supérieur d'une tige de *Populus alba* courbée horizontalement.

1. — Parenchyme ligneux.
2. — Fibres de tension.
3. — Vaisseaux.

PLANCHE 21

Bois de compression du côté inférieur d'une tige de *Populus alba* courbée horizontalement.

4. — Vaisseaux.
5. — Fibres de compression.

SUR DES ÉPIS ANORMAUX DE MAÏS OBTENUS A LA SUITE DU TRAITEMENT CUIVRIQUE DE LA SEMENCE

par M. A. JUNGELSON

Des expériences faites en 1914 en vue d'élucider l'action des sels de cuivre sur le développement des céréales, ont montré que le traitement cuivrique affecte particulièrement les Maïs et que ceux-ci se mettent à produire des épis anormaux plus ou moins éloignés du type de leur race (1). Ce fait, à notre connaissance, n'a pas été jusqu'ici signalé.

Le traitement cuivrique de la semence, dans un but anticryptogamique, est un procédé universellement répandu, et l'étude de l'influence qu'il exerce sur les caractères de la récolte a une importance qu'on ne saurait méconnaître.

Les recherches relatives à cette influence sont, d'ailleurs, très nombreuses (2), mais les résultats ont été interprêtés de manières très diverses suivant les auteurs qui les avaient obtenus.

Nous avons continué nos expériences en 1915 et sommes arrivés à des résultats qui ne sont pas dénués d'intérêt.

Nous les condensons dans le présent Mémoire.

EXPÉRIENCES DE 1914

Méthode d'expérimentation. — Nous avons d'une part opéré avec des grains intacts et d'autre part avec des grains blessés, ou mutilés, ou extégumentés à dessein, pour provoquer un contact plus intime de l'albumen et de la substance toxique.

---

(1) Les pièces justificatives des anomalies obtenues sont conservées dans les collections du Musée du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Nancy.

(2) Voir les noms des auteurs et les titres dans la : « Bibliographie concernant l'action des sels de cuivre sur les végétaux et leur emploi en Agriculture ».

144 caryopses semblables comme poids, forme et coloration, appartenant à la variété dite « Maïs King Philip Blanc » (*Zea Maïs* L.) (1) ont été gonflés pendant 12 heures dans de l'eau distillée dans un appareil de verre. Après les avoir essuyés sur du papier filtre, on les a rangés en 4 lots égaux.

Les grains du 1^er^ lot ont été laissés tels quels (grains intacts) ; les grains du 2^me^ lot ont été privés de leur tégument (grains extégumentés) ; à chaque grain du 3^me^ lot on a enlevé la moitié de son endosperme (2), (grains mutilés), et chaque grain du 4^me^ lot a reçu une blessure mettant à nu son embryon, sans le toucher (grains blessés).

Ceci fait, les grains ont été mis à gonfler pendant un temps variant de 1 heure à 24 heures dans des solutions aqueuses de $CuSO^4$ à 1 °/₀ ou à 2 °/₀ que nous avons préparées pures, en partant du cuivre électrolytique. Chaque lot a reçu un traitement identique et un certain nombre de grains ont été laissés comme témoins.

Après ce traitement, les grains ont été lavés à l'eau froide, desséchés pendant 24 heures sur du papier-filtre et mis à germer dans des godets placés sur couche. Les godets étaient remplis d'un mélange de terre de bruyère, de terre franche et de fumier. On donnait chaque jour un arrosage uniforme.

Lorsque les jeunes germinations eurent atteint une vigueur suffisante, elles furent transportées sur le terrain d'expériences et repiquées de 40 cm. en 40 cm. sur une terre de jardin labourée et sarclée (3).

---

(1) Il est à noter qu'à Nancy où ces expériences ont eu lieu, nous nous trouvons en dehors de la zone visant à la production du grain de Maïs et qu'on n'en récolte pas chaque année au Jardin Botanique de cette ville.

(2) L'ablation de cette partie de l'endosperme ne peut par elle-même influencer en rien le développement ultérieur du grain. Même l'ablation entière de la réserve externe n'empêche pas la production des plantes fertiles donnant des grains normaux et sains (E. Gain et Jungelson. — Sur les grains de Maïs issus de la végétation d'embryons libres. — *C. R. Ac. Sc.*, T. CLX, p. 142, 1915).

(3) Les expériences faites en 1913 ont montré que les grains blessés ou mutilés semés en plein sol ne résistent pas aux agents destructeurs (flore bactérienne, variations trop brusques des conditions atmosphériques, etc.) et ne lèvent presque pas. Sur la couche, où la germination se fait plus rapidement, l'influence de ces facteurs nuisibles est sensiblement atténuée.

En tout furent repiquées 75 plantes, dont 15 provenant des grains témoins et 60 des grains traités, à raison de 15 plantes pour chacun des groupes considérés (grains blessés, extégumentés, intacts ou mutilés).

Le semis sur couche a eu lieu le 5 mai, le repiquage le 30 du même mois. Les soins nécesssaires furent donnés pendant toute la durée de la végétation : arrosages, sarclages, buttages.

§ 1. — **Caractères végétatifs.**

Sur les 144 caryopses mis à germer, 115 seulement ont levé. N'ont pas donné de germinations : 14 grains blessés et 15 grains mutilés ayant séjourné dans les solutions de $CuSO^4$ à 1 $^{\circ}/_{0}$ et à 2 $^{\circ}/_{0}$ pendant 6 à 24 heures.

Le fait que ces grains n'ont pas levé, ne montre, d'ailleurs, nullement qu'ils ont été tués par l'absorption du cuivre. L'intoxication cuprique a pour résultat immédiat l'affaiblissement des forces vitales de la graine et dans la lutte avec les moisissures du sol, la graine germée peut être désagrégée avant de lever.

Nous signalons ce fait, parce que le mécanisme de l'action des sels de cuivre sur la matière vivante n'est pas du tout élucidée et rien ne prouve que, dans la complexité du phénomène que constitue une intoxication, les réactions provoquées par les microorganismes ne soient pas des facteurs importants influençant l'évolution de la plante.

Bréal et Giustiniani dans une série d'articles (1) ont émis une opinion toute différente de la nôtre. Ces auteurs voient dans le traitement cuivrique de la semence un moyen d'augmenter la récolte et cela, entre autres, par le fait que les grains traités résistent plus à l'action des organismes inférieurs. C'est là une opinion que nos cultures, soit dans l'étuve, soit dans le sol stérilisé, n'ont pas vérifié.

On sait, d'ailleurs (2), que la matière organique imprégnée des sels de cuivre est un milieu où certains microorganismes pullulent d'une façon extraordinaire.

---

(1) Bréal et Giustiniani. Un nouveau traitement de la semence. *(C. R. Ac. Sc.,* T. CXLII, p. 904, 1906 ; T. CXXXIX, p. 554, 1904. — *Journal d'Agric. pratique,* Nouv. Sér., T. VIII, 1904).

(2) Pulst *(Jahrb. f. Wissensch. Bot.,* Bd. LXXIII. 1902) ; de Seynes *(Bull. de la Soc. Bot. de France,* 1895, p. 451) ; Trabut *(Ibid.,* 1895, p. 33) ; Guéguen *(Bull. de la Soc. Mycol. de France,* T. XI, 1899) ; Jaeger *(Flora,* 1843, p. 486) ; Chatin *(Ibid.,* 1875, p. 214) ; Preuss *(Bot. Ztg.,* 1848, p. 409) ; Clark *(Bot. Gazette,* 1899, p. 393).

Les grains non traités ont commencé à lever le 10 mai, c'est-à-dire le sixième jour après le semis. Le 12 mai il n'y avait pas encore de levées parmi les grains intoxiqués, tandis que la totalité des grains-témoins avaient déjà percé la surface du sol. Le 13 mai les levées devinrent plus intenses et au cours de la journée de nombreuses germinations apparurent parmi les grains traités intacts et extégumentés.

Les grains intoxiqués mutilés et blessés n'ont commencé à lever que le 16 mai et des germinations apparaissaient encore le 21 et le 22, montrant ainsi un retard de plus de 15 jours par rapport aux grains-témoins correspondants.

La puissance germinative des grains fut donc influencée par le traitement cuivrique et d'autant plus que le contact du toxique et de l'embryon a été plus intime, puisque les grains blessés et mutilés ont germé les derniers.

L'affaiblissement de la puissance germinative des grains intoxiqués influence leur développement ultérieur et les plantules qui en proviennent se distinguent des plantules-témoins par une évolution plus lente et moins régulière.

Le premier organe aérien du Maïs est une gaîne tubulée taillée en biseau ; du sein de cette gaîne apparaît bientôt une feuille enroulée sur elle-même dans le sens de la longueur ; celle-ci s'étale et est suivie de l'apparition d'une seconde feuille enroulée qui s'étale à son tour et ainsi de suite.

Voici quelques données concernant l'état de la partie aérienne des plantules 23 jours après le semis :

PLANTULES ISSUES

Des grains intacts traités pendant 24^{h} à $2^{\circ}/_{\circ}$: une feuille enroulée, 2 étalées ;
— blessés — — : pas de feuilles, une gaîne tubulée ;
— mutilés — — : idem ;
— extégumentés — — : une feuille enroulée, 1 étalée ;
— intacts traités pendant 6^{h} à $1^{\circ}/_{\circ}$: une feuille enroulée, 3 étalées ;
— blessés — — : une feuille enroulée ;
— extégumentés — — : une feuille enroulée, 2 étalées ;
— mutilés — — : 2 feuilles étalées ;
— non intoxiqués (1) : 4 feuilles étalées, 1 enroulée ;

---

(1) Le traitement mécanique n'a exercé par lui seul aucune influence et les plantules issues de grains soit intacts, soit blessés, mutilés ou extégumentés ne se distinguaient en rien les unes des autres ; nous les mettons dans le même groupe.

Signalons aussi que les feuilles des plantules, issues des grains intoxiqués ont souvent le sommet fendu, les bords desséchés et sont sillonnées longitudinalement d'une raie bleuâtre, qui, d'après Porchet, Simon (1) serait due à une altération chlorophyllienne provoquée par le cuivre.

La diminution de la surface foliaire influence l'accroissement de la plante tout entière et pendant un certain temps les plantes issues des grains sulfatés se distinguent des plantes-témoins par une taille plus petite, un diamètre de tige plus faible, et un plus petit nombre de feuilles et d'entrenœuds.

Cette réduction des différents organes de l'appareil végétatif ne suit pas régulièrement les oscillations du degré de l'intoxication subie par la graine, mais c'est toujours parmi les plantes issues des grains les plus intoxiqués que les réductions sont les plus importantes.

D'autre part, la différence entre les Maïs provenant des grains-témoins, et ceux issus des grains traités, est surtout accentuée au début de la végétation, mais à mesure que l'évolution se poursuit les différences s'atténuent et commencent à disparaître à l'époque où se montrent les stigmates des inflorescences femelles, époque qui coïncide avec une grande énergie d'assimilation.

Il est possible que l'aspect rabougri des plantes au début de leur évolution soit dû dans une certaine mesure au mauvais développement de leurs racines, puisqu'on sait que le système radiculaire des grains ayant séjourné dans des solutions cuivriques est partiellement atrophié, et que la gemmule apparaît même parfois avant la radicule (2).

(A suivre)

---

(1) Porchet. Action des sels de Cuivre sur la végétation, Lausanne, 1904. Simon. Ueber d. Einwirkung eines verschiedenen Kupfergehalte, im Boden auf Wachstum der Pflanzen. (*Landw. Versuchstat.*, T. XLII, 1896).

(2) Nobbe. — Handbuch d. Samenkunde, 1876 ; Jaczewski. — Phytopathologie 1910, Pétersbourg ; Krasting. — Influence de $CuSO^4$ sur la germination du Maïs. — Agriculture et Sylviculture 1896, Pétersbourg ; Demoussy. — *Annales Agronomiques*, T. XXVII, 1901.

Recherches sur le genre GREWIA

par M. René VIGUIER

(fin)

Les espèces incomplètement connues sont malheureusement de beaucoup les plus nombreuses ; toutes les espèces à fleurs en cymes ombelliformes ou à stigmate en plateau, appartiennent-elles, par exemple, au groupe IX ? les espèces à grands et larges pétales comme *G. amplifolia*, *macrophylla* appartiennent-elles, par exemple, au groupe VII ? Il y aurait peut-être alors tout un faisceau de caractères propres à une section.

S'il est possible dans beaucoup de cas de constater que telle espèce est très voisine de telle autre, je ne crois pas qu'il soit prudent de tracer un tableau de la classification naturelle du genre, en y distinguant des sous-genres ou des sections ne réunissant que des formes affines. En l'état de nos connaissances actuelles, je crois préférable de donner une clé dichotomique permettant de déterminer une espèce sans préjuger en rien de la place de celle-ci dans la classification.

CLÉ DES ESPÈCES

1	Feuilles adultes de 5-10 fois plus longues que larges . . .	2
	Feuilles adultes moins de 5 fois plus longues que larges . .	6
2	Limbe atténué à la base, sans nervures latérales basilaires (non triplinerve), de 6-10 fois plus long que large ; petites fleurs (3-4 mm. de long) à pétales avortés.	*G. lanceolata.*
	Limbe non atténué à la base, ou fleurs ayant plus de 3-4mm .	3
3	Limbe atténué, aigu au sommet. Petits fruits jamais globuleux, présentant des lobes distincts, ne dépassant pas la taille d'un pois	4
	Limbe arrondi ou obtus au sommet, fruit globuleux, ou grands fruits présentant 4 sillons en croix.	5
4	Limbe fortement asymétrique ; fruits à 2 lobes ; noyaux cloisonnés en petites logettes uniséminées.	*G. saligna.*
	Limbe non fortement asymétrique ; fruit à 4 lobes contenant chacun un noyau non cloisonné et uniséminé.	*G. subæqualis.*
5	Fruits globuleux. Feuilles glabres, non dentées, à pétiole grêle de 5-10 mm. de long	*G. Grevei.*
	Gros fruits présentant 2 sillons en croix. Feuilles dentées, velues ainsi que le pétiole court (3-4 mm.)	*G. stenophylla.*

6	Limbe orbiculaire, aussi large ou presque aussi large que long, cordé à la base	7
	Limbe de 2 à 4 fois plus long que large	10
7	Limbe de plus de 5 cm. de diamètre	8
	Limbe ne dépassant pas 5 cm. de diamètre	9
8	Limbe glabrescent à la face supérieure ; 5-8 cymes triflores à l'aisselle des feuilles, à pédoncules longs (jusqu'à 2 cm.) Sépales de 10 mm. de long environ	*G. asiatica.*
	Limbe tomenteux sur les 2 faces ; cymes triflores isolées, à pédoncules courts (5-6 mm.) Sépales de 5-6 mm.	*G. Cyclea.*
9	Fruit bilobé. Limbe sans poils étoilés	*G. betulæfolia.*
	Fruit globuleux, non lobé. Limbe portant des poils étoilés.	*G. ambongoensis.*
10	Limbe fortement atténué à la base	11
	Limbe cordé ou arrondi, rarement légèrement atténué à la base.	18
11	Sépales de $1^{cm}5$-2 cm. de long ; boutons obovoïdes ; feuilles peu atténuées à la base, à dents légèrement glanduleuses	*G. grandiflora.*
	Sépales de 1 cm. de long au plus. Plantes ne présentant pas tous les caractères précédents	12
12	Limbe arrondi, obtus ou comme tronqué au sommet	13
	Limbe aigu ou brièvement acuminé.	16
13	Fleurs par 4-8 en général formant des sortes d'ombelles ; limbe assez velu, peu atténué à la base.	14
	Inflorescences triflores, limbe d'aspect plus ou moins glabre, fortement atténué à la base	15
14	Feuilles petites, de moins de 5 cm. de long en général ; nervures latérales basilaires atteignant le bord du limbe vers le tiers supérieur. Bouton globuleux ou ovoïde	*G. trinervata.*
	Feuilles de $7^{cm}5$ de long ou plus ; nervures latérales basilaires, atteignant le bord du limbe vers le milieu. Bouton en général allongé, renflé à la base	*G. Richardiana.*
15	Fruit glabre (?). Nervures latérales basilaires aussi fortes que la médiane et atteignant presque le sommet ; 2 paires de nervures secondaires seulement vers l'extrémité du limbe. Pédicelles de 1 cm. de long	*G. Bakeriana.*
	Fruit légèrement velu. Nervures latérales basilaires moins grosses que la médiane et n'atteignant pas le tiers supérieur du limbe ; nervures secondaires espacées tout le long de la médiane. Pédicelles de 3-6 mm. de long	*G. cuneifolia.*

16	Limbe entier ou presque entier, sans poils étoilés. Carpelles multiovulés. Pétales roses. Grand arbre. Fleurs en triades.	*G. brideliæfolia.*
	Limbe denté, avec des poils étoilés parfois peu nombreux. Carpelles biovulés, sinon, fleurs non en triades ou pétales jaunes	17
17	Nervures latérales basilaires atteignant le bord vers le milieu du limbe; limbe très aigu au sommet; 4 à 10 paires de nervures secondaires, la plus inférieure naissant au-dessous du milieu. Cymes triflores.	*G. Boivini.*
	Nervures latérales basilaires atteignant presque le sommet du limbe qui est obtusément acuminé; 2-4 paires de nervures secondaires naissant dans la moitié supérieure du limbe. Cymes 4-6 flores	*G. Maroana.*
18	Limbe arrondi ou obtus au sommet.	19
	Limbe aigu ou acuminé au sommet.	26
19	Limbe glabre 5-nervé à la base de 6-8 cm. de long et 4-5 cm, de large	*G. tiliæcarpa.*
	Plantes ne présentant pas ces caractères	20
20	Sépales de 1^{cm}5 de long ou plus; boutons obovoïdes; feuilles portant à la base des dents glanduleuses	21
	Sépales de 1 cm. de long ou moins	22
21	Limbe obtus ou aigu au sommet, de 3 à 4 fois plus long que large; nervures latérales basilaires peu ascendantes.	*G. grandiflora.*
	Limbe environ 4 fois (ou 5 fois) plus long que large; nervures latérales basilaires très ascendantes.	*G. stenophylla.*
22	Limbe glabre. Carpelles multiovulés	*G. Geayi.*
	Limbe portant des poils étoilés. Carpelles biovulés.	23
23	3 styles. Limbe couvert à la face inférieure de nombreuses écailles étoilées enchevêtrées.	*G. pulverulenta.*
	Style simple. Limbe velu étoilé, mais poils non enchevêtrés à la face inférieure	24
24	Sépales de 1 cm. de longueur environ; pétales égalant à peu près les sépales; limbe de moins de 3 cm. de longueur.	*G. Douliotii.*
	Sépales de moins de 1 cm. de longueur; pétales environ moitié plus petits que les sépales; limbe ayant en général plus de 3 cm. de longueur.	25
25	Limbe oblong ou légèrement obovale, presque cordé à la base à nervures latérales basilaires peu ascendantes, velu étoilé et présentant en outre sur les nervures à la face inférieure de longs poils raides. Pétiole de 3-4 mm. de long.	*G. Radula.*
	Limbe ovale aigu, ou presque obtus, arrondi ou très légèrement atténué à la base, membraneux, à nervures basilaires très ascendantes, velu étoilé puis glabrescent, sans grands poils raides sur les nervures. Pétiole de 10-12 mm. de long.	*G. calvata.*

26 Limbe glabre (ou presque glabre) 27
Limbe franchement velu 40

27 Carpelles biovulés. Fruit lobé ; [très rarement non lobé mais à plusieurs noyaux contenant une seule graine, ou à un noyau quadriloculaire à loges uniséminées] 28
Carpelles multiovulés. Fruit non lobé à noyaux subdivisés en logettes verticales contenant chacune une graine. . . . 36

28 Bouton obovoïde ; fleurs grandes (2 cm. de large) ; pédoncule très court (3-5 mm.), pédicelle épais de 8-10 mm. de long ; pétales à limbe de 5-8 mm. de large . . . . *G. discolor.*
Fleurs plus petites ; pédicelle non beaucoup plus long que les pédoncules ; ou pétales de moins de 5-8 mm. de large . . 29

29 Pédoncules des inflorescences tomenteux ; feuilles douces au toucher à la face inférieure, présentant en réalité de nombreux poils, se reporter à 40
Pédoncules des inflorescences non tomenteux ou glabres ; feuilles non douces au toucher à la face inférieure . . . 30

30 Fruits à petits lobes presque libres, obovoïdes. Limbe ovale, crénelé de 4^{c},5-7 cm. de long ; stipules petites, caduques, sépales de 5-6 mm. de long . . . . *G. pamanziana*
Fruits non lobés ou à lobes plus ou moins largement confluents à la base. Plantes n'ayant pas tous les caractères précédents 31

31 Feuilles entières, sinuées, obscurément dentées. Fruit globuleux à 4 noyaux, chaque noyau très épais, allongé, contenant à mi-hauteur une petite cavité avec une seule graine transverse. Pédicelles courts (5-6 mm.). Triades de fleurs en bouton complètement entourées par une enveloppe rostrée, glabre . . . . *G. mayottensis.*
Pas tous les caractères précédents. 32

32 Bouton obovoïde ; sépales de 7-8 mm. de long, pubérulents ; stipules grandes caduques ; limbe à crênelures arrondies. *G. glyphæoides.*
Sépales plus petits (5-6 mm.) ; stipules petites, ou stipules grandes et persistantes, ou limbe à dents aigues ; fruit lobé. 33

33 Stipules grandes, persistantes, falciformes ; limbe à dents aigues ; bouton pubérulent blanchâtre ; pédicelles trapus, fortement renflés au sommet . . . . *G. Baroni.*
Stipules petites et généralement caduques. 34

34 Sépales portant de longs poils simples et raides, outre les poils étoilés . . . . *G. picta.*
Sépales pubérulents sans poils simples. 35

35 Limbe discolore ; pédicelles égalant les pédoncules . . . . *G. Cloiselii.*
Limbe vert sur les deux faces ; pédicelles beaucoup plus courts que les pédoncules. . . . . *G. bracteata.*

36	Limbe entier. Boutons de moins de 5 mm. de long. Groupes de jeunes boutons complètement enveloppés par une grande bractée	*G. viscosa.*
	Limbe denté. Boutons de 5 mm. de long ou plus. Bractées distinctes (toujours ?)	37
37	Bouton allongé hirsute ; limbe ayant au plus $6^{cm}5$ de long et $2^{cm}5$ de large à nervures bien visibles ; pédoncules et pédicelles non glanduleux. Fruit à peu près globuleux de moins de 1 cm. de diamètre	*G. triflora.*
	Bouton non hirsute, pubérulent — ou plante ne présentant pas tous les caractères précédents	38
38	Limbe doublement denté, ayant au plus 5 cm. de long et 2 cm. de large	*G. lavanalensis.*
	Limbe ne présentant pas les caractères précédents	39
39	Limbe allongé-lancéolé, ayant environ 10 cm. de long et $2^{cm}5$ de large un peu oblique. Fruit petit, ressemblant à un fruit de Poivre noir	*G. lancæfolia.*
	Limbe ovale, obscurément crénelé, de 7 cm. de long et 4 cm. de large, 5-nervé à la base, à 2 paires de nervures latérales ténues ou indistinctes. Fruit obovoïde, de 1 cm. de long environ, pédoncule et pédicelles portant de petites glandes.	*G. tiliæcarpa.*
40	Fleurs de 5 mm. de longueur ou plus	41
	Fleurs petites	62
41	Limbe portant des poils étoilés plus ou moins contigus à la face inférieure qui est douce ou veloutée ou tomenteuse au toucher ; face supérieure portant des poils plus rares, rarement glabre	42
	Limbe portant des poils étoilés quelquefois seulement à la face inférieure sur les principales nervures, mais non tomenteux	52
42	Limbe ovale aigu (10 cm. de long et 5 cm. de large) ferrugineux-hirsute à la face inférieure arrondi ou cordé à la base. Fleurs grandes (2 cm. de large). Boutons oblongs. Sépales épais. Pétales très courts ; fleurs en cymes ombelliformes. Loges de l'ovaire uniovulées.	*G. Chalybæa.*
	Plantes ne présentant pas tous les caractères précédents . .	43
43	Feuilles ovales ou obovales, aigues ou brièvement acuminées (7 cm. de long et 4 cm. de large) coriaces. Face supérieure glabre, avec nervures imprimées en creux ; face inférieure à nervures saillantes, couvertes de poils ferrugineux. Loges de l'ovaire uniovulées (?). Fleurs en triades. Fruit de la taille d'un pois, avec un noyau contenant 4 loges uniséminées	*G. Pervillei*
	Plantes ne présentant pas à la fois tous ces caractères . . .	44

44 Limbe cordé à la base, ovale, aigu, nettement poilu sur les deux faces de 3-4 cm. de long et 2-2^{cm}5 de large. Carpelles multiovulés . . . . *G. Sely*.
Plante ne présentant pas à la fois tous ces caractères 45

45 Limbe grand, velu sur les deux faces, de 8-18 cm. de long (poils nombreux, grands, ferrugineux, bien visibles à la loupe, à la face inférieure). Ovaire allongé, à loges multiovulées. Fleurs en général grandes, à sépales de 1 cm. de long ou plus 46
Limbe de moins de 8 cm. de long, à pubescence blanchâtre ou grisâtre à la face inférieure (poils petits, peu visibles à la loupe, mais limbe doux au toucher). Ovaire petit, globuleux. Fleurs plus petites, à sépales de moins de 1 cm. de long en général. 51

46 Nervures latérales basilaires peu ascendantes ; 5 paires de nervures secondaires ou plus ; gros boutons globuleux ou obovoïdes. Pétales grands, oblongs, ayant jusqu'à 5 mm. de large ; limbe grand (10-18 cm. de long). 47
Nervures latérales basilaires très ascendantes ; moins de 5 paires de nervures secondaires. Pétales linéaires de 1-2 mm. de large. Limbe de 8-12 cm. de long en général . 48

47 Limbe en général obovale (16-18 cm. de long et 7^{cm}5-9 cm. de large), nettement velouté à la face inférieure ; triades simples, égalant à peu près les pétioles ; boutons très hirsutes . . . . *G. amplifolia*.
Limbe en général ovale (10-15 cm. de long et 6-7^{cm}5 de large), non très velouté à la face inférieure. Cymes composées beaucoup plus longues que les pétioles. boutons velus, étoilés, non hirsutes . . . . *G. macrophylla*.

48 Fleurs grandes (sépales de 1^{cm}5 de long ou plus) ; limbe souvent un peu atténué à la base . . . . *G. cernua*.
Fleurs plus petites (sépales de 1 cm. de long environ) ; limbe non atténué à la base 49

49 Limbe souvent trapézoïde, tronqué à la base ; pétales environ moitié plus courts que les sépales . . . . *G. nossibeensis*.
Limbe non trapézoïde souvent arrondi à la base 50

50 Plante à tomentum jaune. . . . . *G. flavicans*.
Plante à tomentum non jaune . . . . *G. Hildebrandtii*.

51 Stipules grandes, persistantes, velues, de 6-8 mm. de long ; limbe non velu à la face supérieure ; inflorescences triflores simples . . . . *G. Baillonii*.
Stipules petites et caduques ; limbe velu à la face supérieure ; inflorescences en cymes composées. . . . . *G. Andramparo*.

52 Gros fruit obtusément lobé (quadrangulaire) présentant 2 sillons en croix. Limbe (en général peu velu) présentant, à la base, des dents glanduleuses. 53

Plantes n'ayant pas tous les caractères précédents : Fruits globuleux, non lobés, ou petits, à lobes bien distincts et écartés ; limbe dépourvu de dents glanduleuses ; ou fleurs groupées en cymes par plus de trois 55

53 Ovaire globuleux. Sépales de 8-25 mm. de long (ou plus ?) Limbe en général de 3 à 4 fois plus long que large ou de plus de 7 cm. de long 54

Ovaire allongé-cylindrique. Sépales de 6 mm. de long. Limbe obtus ou rhombé à la base, poilu ferrugineux, de 3 cm. de long et $1^{cm}5$ de large ; fruit obtusément lobé, ou pyriforme, non lobé par avortement . . . . *G. rhomboides.*

54 Limbe longuement aigu ou acuminé au sommet, arrondi ou obtus à la base . . . . *G. glandulosa.*

Limbe arrondi ou obtus, rarement aigu au sommet, atténué à la base . . . . *G. grandiflora.*

55 Fruit globuleux, contenant plus de 4 noyaux ; carpelles multiovulés ; limbe oblong, glabre à la face supérieure, peu velu inférieurement, arrondi ou, plus fréquemment, légèrement atténué à la base, de $4^{cm}5$-7 cm. de long et $2^{cm}5$-$3^{cm}5$ de large . . . . *G. polypyrena.*

Fruit globuleux à 1-4 noyaux uniséminés (ou divisés en petites logettes uniséminées se séparant facilement et qu'on pourrait prendre chacune pour un petit noyau). Plantes ne présentant pas à la fois tous les caractères précédents. . 56

56 Cymes ombelliformes à plus de 3 fleurs . . . . *G. Chalybæa.*

Fleurs groupées en triades 57

57 Fruit globuleux à 4 noyaux divisés en petites logettes superposées se séparant facilement comme autant de petits noyaux ; carpelles multiovulés ; limbe un peu coriace, ovale aigu ou acuminé, légèrement cordé à la base, quelque peu velu-étoilé sur les 2 faces ; feuilles développées au moment de la floraison beaucoup plus petites que celles développées ultérieurement ; pédoncule de l'inflorescence beaucoup plus court que le pétiole . . . . *G. Celle.*

Plantes n'ayant pas à la fois le fruit globuleux à noyaux cloisonnés, le limbe largement ovale, et le pédoncule des inflorescences beaucoup plus court que le pétiole 58

58 Fleurs isolées, groupées sur les rameaux en sortes de grappes tomenteuses ; limbe environ 4 fois plus long que large. . *G. botryantha.*

Fleurs en triades ou en cymes ombelliformes, ou fruits lobés. 59

59 Limbe membraneux, très allongé, atténué aigu au sommet, finement denté, de $9^{cm}5$ de long et $2^{cm}5$ de large ; pédoncules tomenteux égalant les pétioles ; une seule grande bractée (?) enveloppant les jeunes boutons. — (Carpelles multiovulés) *G. Grandidieri.*

Plantes ne présentant pas tous les caractères précédents. Fleurs en cymes ombelliformes 60

60 Feuilles à limbe ovale, de 8 cm. de long et 4 cm. de large, couvert de poils jaunes, mous, ainsi que les jeunes rameaux ; 3 bractées distinctes autour des jeunes boutons ; fruit non lobé (Carpelles multiovulés) . . . . *G. flavicans.*
Fruit lobé. Carpelles biovulés. Fleurs réunies par plus de trois. 61

61 Feuilles en général obovales arrondies au sommet, présentant parfois un acumen obtus, (7 cm 5 de long ou plus). Pédoncule court de moins de 2 cm. de long. . . . . *G. Richardiana.*
Feuilles en général allongées, ovales, aigues uo acuminées, à bords rouges, ainsi que la face inférieure ; pédoncules de 2^cm^5 de long environ ; sépales de 6 mm. de long et 1 mm. de large. Pétales oblongs, aigus [Voir aussi *G. Chalybæa*]. *G. comorensis.*

62 Limbe oblong-lancéolé, aigu, de 2-4 cm. de long et 5-6 mm. de large, penninerve, présentant des poils blancs, espacés à la face inférieure. Infl. terminale, devenant latérale par développement ultérieur du dernier bourgeon axillaire. . *G. penninervis.*
Limbe 3-5 nervé à la base. Inflorescences nettement axillaires 64

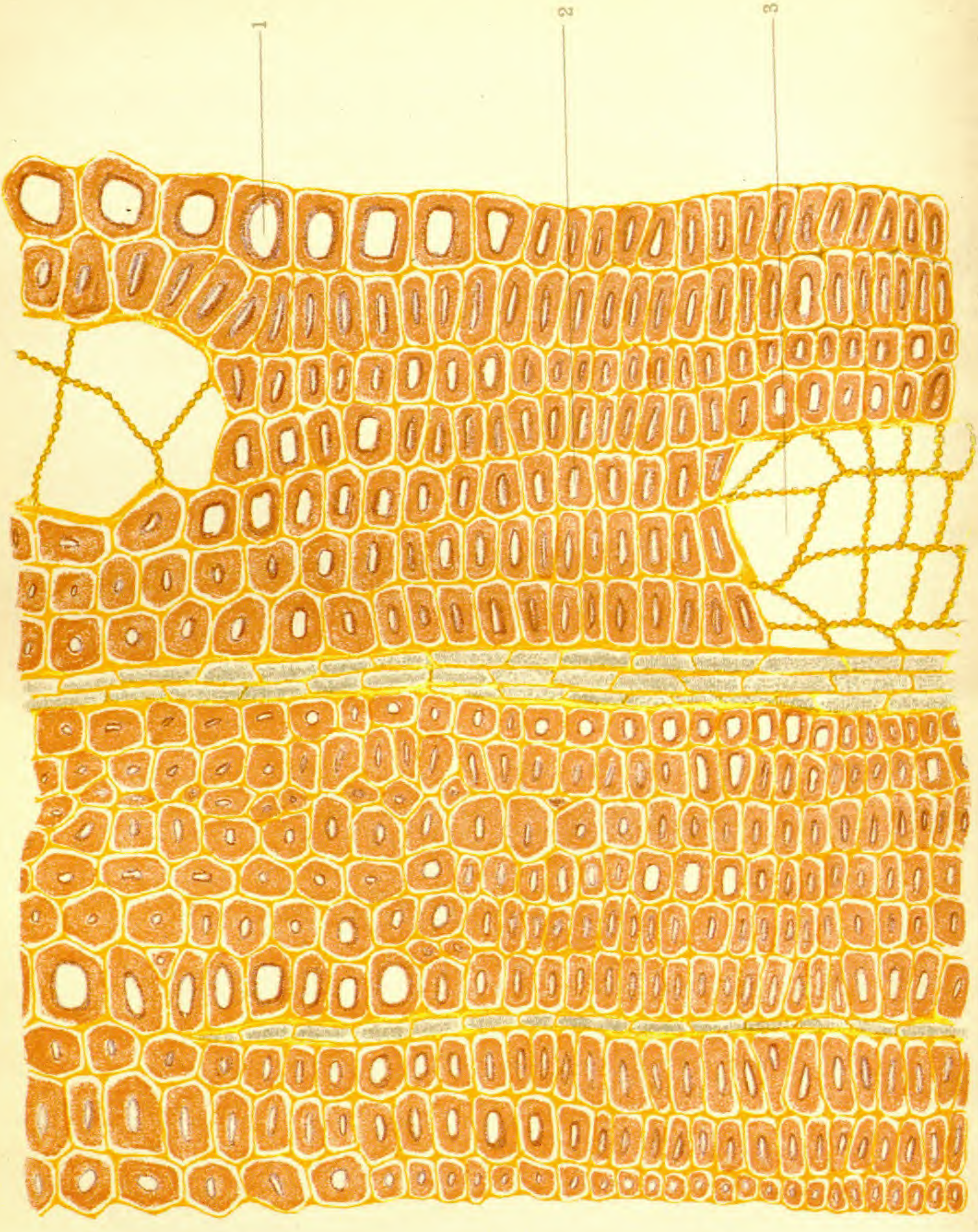
63 Limbe velu et même tomenteux à la face inférieure, de plus de 6 cm. de long. Fleurs hirsutes, du type 3-4, en ombelles. (Carpelles biovulés, stigmate 3-4 lobé) 64
Limbe non tomenteux ou de moins de 6 cm. de long. Fleurs du type 5, en triades 65

64 Limbe de 3 à 4 fois plus long que large, avec 2-3 paires de nervures secondaires ; nervures latérales basilaires très fortement ascendantes. Stipules de 3 mm. de long. Pétales entiers. . . . . *G. zizyphifolia.*
Limbe de 2 à 3 fois plus long que large, avec 4-6 paires de nervures secondaires ; nervures latérales basilaires peu ascendantes ; stipules de 7 mm. de long ; pétales émarginés. *G. Humblotii.*

65 Limbe de 4-6 cm. de long, portant des poils appliqués simples. Triades isolées. Arbre 66
Limbe de 3 cm. de long et 2 cm. de large, parfois tomenteux inférieurement, portant des poils étoilés ; triades axillaires groupés par 3-4. Arbrisseau. Stigmate 5 lobé. . . . . *G. micrantha.*

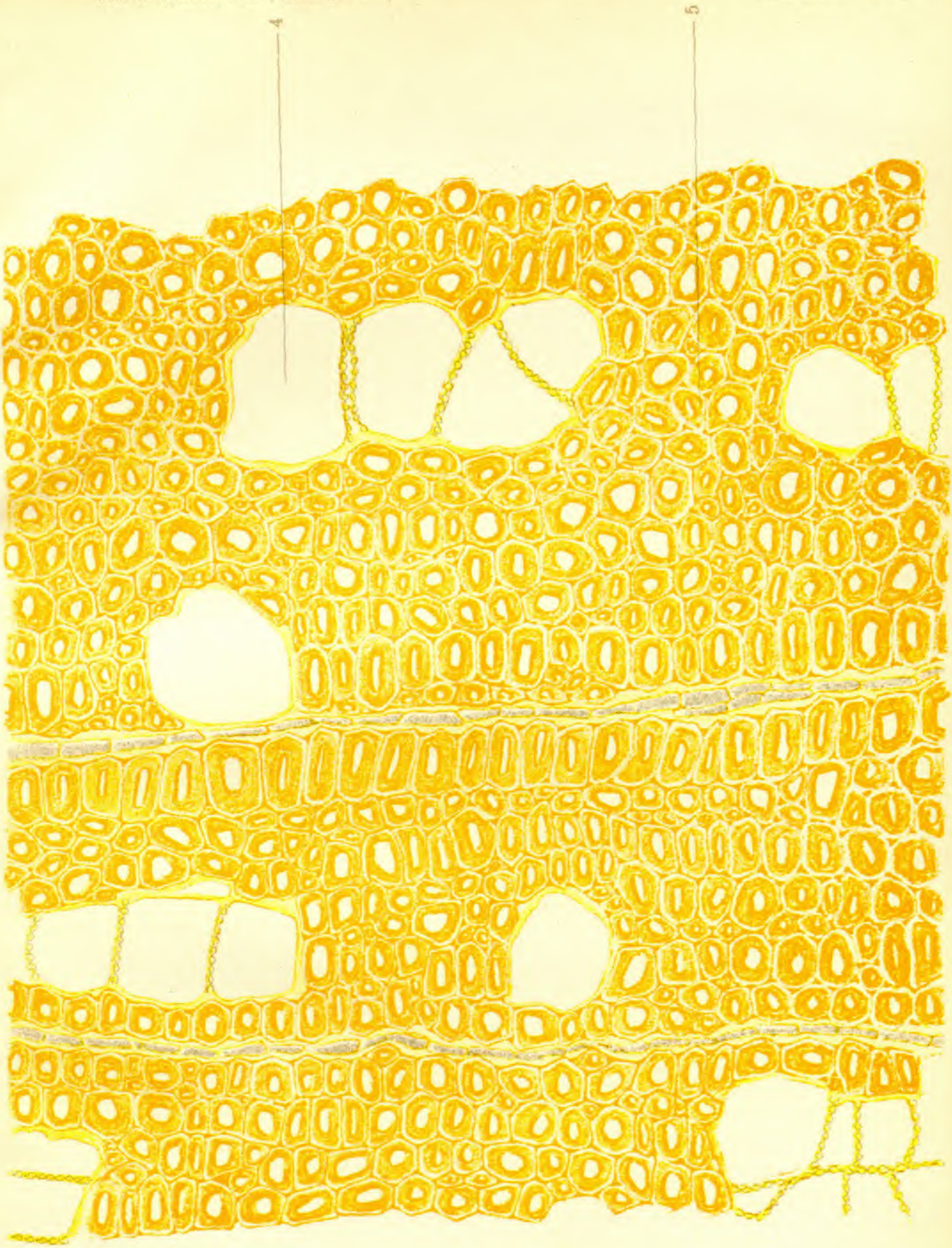
66 Limbe franchement acuminé, à dents aiguës dans la partie supérieure, portant des poils simples sur toute la face supérieure, arrondi ou très peu atténué à la base. Fleurs très petites (1 mm. de long environ) . . . . *G. minutiflora.*
Limbe obtus ou aigu, sinué ou à dents arrondies, à peu près glabre à la face supérieure (quelques poils sur la nervure médiane), nettement atténué à la base. Fleurs de 4-5 mm. de long . . . . *G. brideliæfolia.*

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy



P. JACCARD et PETER del.

Bois de tension du côté supérieur d'une tige de Populus alba *courbée horizontalement.*



P. JACCARD et PETER del.

Bois de compression du côté inférieur d'une tige de Populus alba *courbée horizontalement*

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvénin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Septembre 1917

N° 345

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1917

I. — DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)* AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE (avec cinq figures dans le texte et douze planches), par M. **Jakob Eriksson**. . . . 257

II. — SUR DES ÉPIS ANORMAUX DE MAÏS OBTENUS A LA SUITE DU TRAITEMENT CUIVRIQUE DE LA SEMENCE (avec 3 planches) *(fin)*, par M. **A. Jungelson**. 261

III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 286

Cette livraison renferme les trois planches suivantes :

Planche 17. — *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs.* — I.
Planche 18. — *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs.* — II.
Planche 19. — *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs.* — III.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

La PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.**

Les Fils d'Emile **DEYROLLE**, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

**BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE**

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce.

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant $1^{m}10 \times 0^{m}90$, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5^e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

---

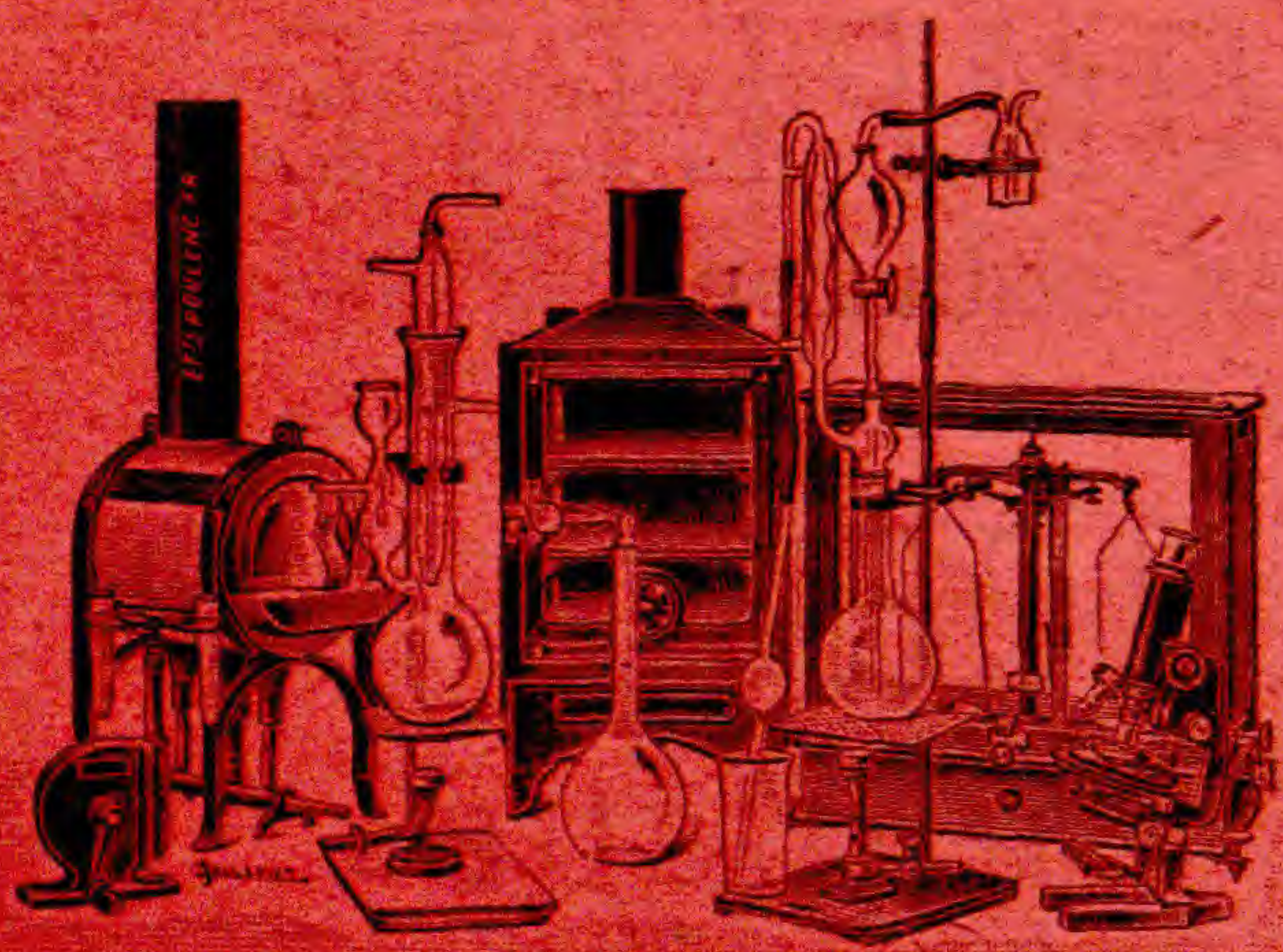
Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* $32^{cm} \times 23^{cm}$ (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3** fr. **25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche specimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris* (V^e).

Les Établissements POULENC Frères
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS



PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861
TÉLÉPHONE
810-83
G. FONTAINE
CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE
RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS
PARIS 16 · 18 · 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

F. KORISTKA-MILANO

O GRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie**.

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY.
Le Gérant : HENRI BOULOY.

DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE
DU MILDIOU (*PHYTOPHTORA INFESTANS*)
AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE[1]

par **M. Jakob ERIKSSON**

INTRODUCTION

La culture de la Pomme de terre remonte, paraît-il, aux temps préhistoriques. La plante est originaire de l'Amérique du Sud, où les premiers explorateurs européens l'ont trouvée. Ceux-ci racontent qu'elle était cultivée de temps immémorial dans les régions tempérées des Andes. Un document espagnol nous apprend que la Pomme de terre était cultivée, vers 1550, dans le voisinage de la ville de Quito, capitale de la république de l'Equateur. Au XVIe siècle, des tubercules de Pomme de terre furent introduits en Europe, probablement du Pérou et du Chili. On affirme que la plante fut importée en Angleterre, en 1586, et qu'elle y était cultivée l'année suivante. Vers cette époque, la Pomme de terre fit aussi son apparition en Espagne, et sous peu la culture en fut propagée en Italie, en Autriche, en France, en Suisse, en Allemagne, etc. Pendant longtemps, la plante restait une rareté des jardins botaniques, mais à partir du XVIe siècle elle se répandit à de nombreux autres jardins, et finit par gagner les champs de plus vaste étendue. Dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle, la Pomme de terre était vulgarisée non seulement en Europe, mais aussi dans l'Amérique du Nord.

Dans ce qui suit nous allons nous occuper de la maladie du Mildiou, la plus connue des altérations de la Pomme de terre et appelée souvent purement et simplement « maladie de la Pomme

---

(1) Mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences de Suède à l'occasion de la fin de la présidence, le 12 avril 1916. Traduit du suédois par Mme Signe HAGMAN.

de terre » (*Phytophtora infestans* [Mont.] de By). Nous en ignorons l'âge exact au pays d'origine de la plante, mais une note présentée à l'Académie des Sciences de Paris à la séance du 16 novembre 1845, nous apprend que l'altération — ou au moins une forme de maladie analogue — était connue de temps très ancien sur le plateau Bogotà de la Nouvelle-Grenade où la Pomme de terre était le premier, pour ne pas dire le seul, aliment des Indiens.

Cultivée dans les jardins durant 250 ans comme rareté botanique et admise ensuite dans l'alimentation, la Pomme de terre avait fait pendant 150 ans l'objet de cultures en grand, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord. C'est alors, vers 1830, que fut constatée pour la première fois, en Europe, la « maladie de la Pomme de terre. » Vers la même époque, le Champignon fit son apparition dans l'Amérique du Nord. L'année en question, 1830, il fut signalé à Westenvald et à Eifel. Dès lors, l'altération se propagea à bien des pays de l'Europe. Dans la Grande-Bretagne, l'invasion se répandit avec rapidité et, en 1835, les dégâts furent tels que l'Association d'Agriculture d'Ecosse décida (en 1837) de couronner le meilleur Mémoire publié sur la maladie. En 1840, 2/3 des cultures de Pomme de terre de la Bavière furent ravagés et, en 1842, la moitié de la récolte entière fut détruite, à plusieurs places le long du Rhin. En Norvège, la maladie fut trouvée en 1841, en Suède et en Danemark en 1842.

C'est en 1845 qu'eut lieu la grande invasion du *Phytophtora* en Europe. Les premières communications qui, l'année en question, parurent sur les ravages de cette maladie dans l'ancien continent désignaient la province Rhénane comme foyer de la contagion. Or, les mêmes nouvelles ne tardèrent pas à arriver non seulement de toutes les régions de l'Allemagne, mais encore de la Belgique, de la France, du Portugal, de la Suisse, de l'Autriche, de la Pologne, de la Russie, de la Suède, de la Norvège, du Danemark, de l'Angleterre, de l'Irlande, etc.

En Irlande surtout, la maladie prit, en 1845, une extension inquiétante et les dégâts qu'elle causa furent énormes. L'année en question, 4 °/₀ du sol arable de l'île entière portaient des Pommes de terre. Toute la récolte fut détruite, et les souffrances devinrent immenses, la Pomme de terre étant le premier aliment de la population. Toute sorte d'assistance, publique aussi bien que privée, fut donnée, mais, malgré tout, 250.000 personnes (c'est-à-dire 1/32 des habitants d'alors de l'île) moururent de faim ou de maladies causées par la famine.

Ces expériences désolantes furent pour les autorités de tous les pays qui cultivaient la Pomme de terre un appel vigoureux de faire explorer, par des savants très compétents dans la question, la nature et l'origine de la maladie afin de découvrir ainsi les moyens de la combattre. Pendant les années suivantes, une quantité de publications sur le Mildiou de la Pomme de terre ont paru dans les revues et les journaux de tous ces pays (1).

Néanmoins, la maladie continuait toujours à se répandre de sorte qu'elle existe aujourd'hui dans tous les pays du monde où est cultivée la Pomme de terre. Dans le cours des années de nombreuses recherches ont été faites dans les différents pays, par un grand nombre d'investigateurs, dans le but d'augmenter et de compléter nos connaissances sur le cycle du développement du Champignon, agent de la maladie. Il était surtout d'une importance capitale d'élucider le phénomène de l'hivernation du *Phytophtora* et de sa réapparition dans les champs de Pomme de terre l'année suivante.

Je vais résumer ici l'ensemble des différentes hypothèses, faites dans le cours des années pour résoudre ces deux questions. Ensuite je veux exposer les expériences et les observations sur lesquelles s'appuie ma propre opinion relative à l'origine de la maladie.

A

ANCIENNES ET NOUVELLES HYPOTHÈSES SUR LA PERPÉTUATION DE LA MALADIE DE LA POMME DE TERRE

Il y a longtemps déjà que la transmission du Champignon d'une année à l'autre a fait l'objet d'études nombreuses de la part de maints investigateurs. Jusqu'à nos jours et surtout pendant les deux dernières dizaines d'années, on a très souvent et à fond débattu cette question. Les hypothèses suivantes ont ainsi été faites sur l'origine des premières taches de maladie, apparaissant dans les cultures de Pomme de terre à la fin de l'été.

---

(1) J. MÜNTER (I, 56 etc.) a fait, en 1846, une liste de tous les ouvrages sur le *Phytophtora*, publiés en français, en anglais et en allemand uniquement en septembre et en octobre 1845. — Comp. J. ERIKSSON (I, 258) pour les publications des années suivantes et O. APPEL (I, 415-435) qui a fait paraître, en 1907, un tableau de tous les ouvrages relatifs aux maladies de la Pomme de terre en général.

1°. Mycélium hivernant dans le tubercule malade et croissant en suivant le développement de la plante. — En 1846, l'année qui suivit celle de la grande invasion de la maladie en Europe, le mycologue anglais M. J. Berkeley (I) indique qu'il était possible que la maladie se transmette d'une année à l'autre par un mycélium hivernant dans le tubercule malade. Cette hypothèse fut appuyée plus tard par le savant allemand A. de Bary, le plus éminent mycologue de son temps. En 1861 (I, 47), en 1843 (II, 53, 62, 66, 105 etc,) et enfin en 1876 (III, 153), à la suite de nombreuses expériences et recherches, celui-ci confirmait et complétait l'idée de Berkeley. Suivant de Bary, le mycélium persiste l'hiver dans le tubercule et croît, au printemps, à l'état latent et stérile, en suivant le développement de la plante. C'est enfin pendant les mois d'été ou d'automne, sous l'action des agents extérieurs, qu'il couvre les feuilles de la plante de fructifications. De ces pieds malades, le Champignon se répand ensuite en peu de jours aux plantes voisines et finit par envahir la culture tout entière.

Cette théorie fut adoptée par la plus grande partie des savants contemporains ainsi que par la plupart des auteurs récents, quelques-uns seulement n'admettant pas sans discussion cette théorie.

2. Mycélium persistant dans le sol. — En 1870, J. Kühn (I, 328) émit l'hypothèse que le mycélium du Champignon de la Pomme de terre persiste d'une année à l'autre dans le sol infecté ; de là il gagne le jeune pied. Les considérations qui avaient donné à Kühn cette idée étaient les suivantes : Il avait remarqué, à maintes reprises, que les essais d'obtenir à partir de tubercules malades des plantes malades réussissent mal. D'un autre côté le fait est que le *Phytophtora* apparaît d'ordinaire dans les champs de Pomme de terre tous les ans. En quelque sorte cette théorie de Kühn fut appuyée par O. Brefeld (I, 10) qui, en 1883, après des études approfondies sur le cycle de développement des Charbons, réussit à réaliser la culture artificielle du Champignon de la Pomme de terre.

(A suivre.)

SUR DES ÉPIS ANORMAUX DE MAIS OBTENUS A LA SUITE DU TRAITEMENT CUIVRIQUE DE LA SEMENCE

par **M. A. JUNGELSON**

(fin)

La fig. 1 montre la variation de la hauteur moyenne des plantes à différentes époques de la végétation : lors du repiquage (30 mai) ;

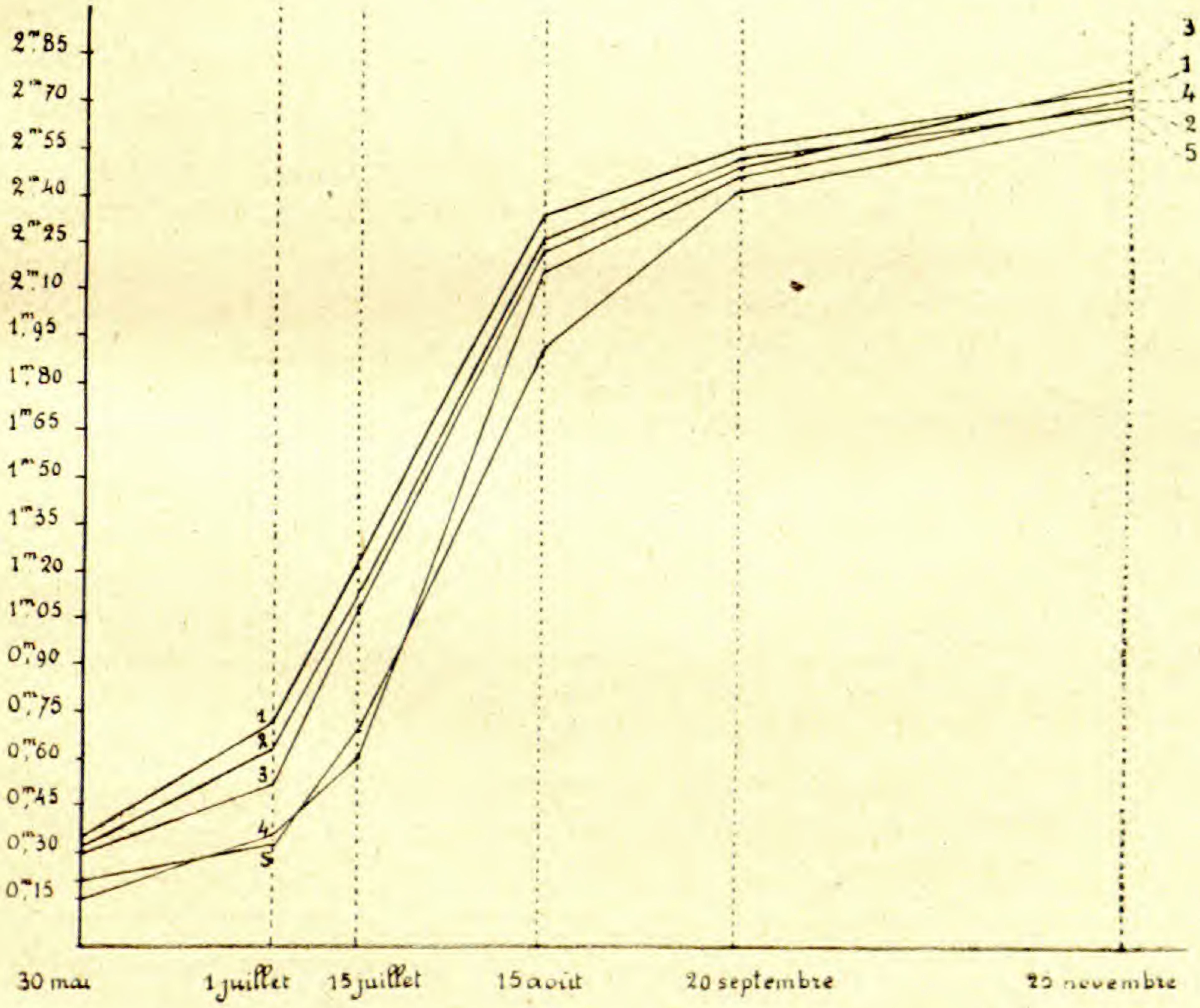


Fig. 1. — Variation de la hauteur moyenne des plantes à différentes époques de la végétation.

1 : plantes-témoins ; 2 : plantes issues des grains intacts et intoxiqués ; 3 : plantes issues des grains extégumentés et intoxiqués ; 4 : plantes issues des grains mutilés et intoxiqués ; 5 : plantes issues des grains blessés et intoxiqués.

avant la floraison ; commencement de la floraison (15 juillet) ; apparition des stigmates (16 août) ; récolte (25 novembre).

Floraison. — Les fleurs mâles de Maïs commencent à se développer dès que la plante atteint une trentaine de centimètres, mais elles restent cachées dans l'intérieur du cône des feuilles qui termine la plante, et n'apparaissent dehors que vers mi-juillet, sous forme de panicules serrées les unes contre les autres.

Pendant un certain temps le pédoncule floral s'allonge et les panicules finissent par s'étaler en un éventail couronnant la plante ; l'épanouissement coïncide avec la maturité du pollen.

Entre l'apparition de la panicule et son épanouissement il peut s'écouler de 2 à 4 semaines et il est intéressant de constater que cet intervalle suit régulièrement le degré de l'intoxication subie par la graine-souche. L'apparition même des panicules n'est pas retardée, et quelques-uns des Maïs, issus des grains traités, ont montré leurs inflorescences mâles avant même que ces dernières soient apparues sur les plantes-témoins, mais leur épanouissement est lent à se produire et le retard est d'autant plus accentué que le développement végétatif de la plante est moins avancé.

Voici quelques données :

TABLEAU I

ORIGINE DES PLANTES	DURÉE DU TRAITEMENT (CuSO^4 à 1 $^0/_0$)	Dates de l'apparition DES PANICULES	Dates de l'épanouissement DES PANICULES
Grains intacts	1^h à 6^h	18 au 24 juillet	28 juill. au 12 août
— extégumentés	—	17 au 24 —	1er août au 15 —
— blessés	—	18 au 23 —	5 août au 21 —
— mutilés	—	16 au 21 —	2 — au 20 —
— intacts.......	12^h à 24^h	17 au 24 —	1 — au 16 —
— extégumentés	—	17 au 22 —	30 juill. au 16 —
— blessés.......	—	19 au 23 —	8 août au 23 —
— mutilés	—	16 au 24 —	9 août au 21 —
— non traités...		17 au 22 —	26 juill. au 9 —

Le traitement cuivrique de la semence, en retardant l'évolution de la plante, a donc aussi retardé la maturité du pollen.

En ce qui concerne les inflorescences femelles, les observations que nous avons faites sont difficiles à interpréter. L'évolution de ces inflorescences a lieu dans l'intérieur d'une gaîne protectrice et le seul caractère extérieur est l'apparition des stigmates sous forme d'une houpe de fils argentés. Mais sur le même pied un des épis peut montrer ses stigmates peu après l'apparition des panicules mâles, tandis que les autres n'en possèdent pas encore après que ces dernières se sont déjà épanouies.

L'apparition des stigmates n'est pas d'ailleurs un signe de fécondation des ovules et il y a des auteurs qui admettent qu'elle peut se produire avant même que la pollinisation soit effectuée (1).

En tout cas il serait logique d'admettre qu'il existe une certaine corrélation entre le développement des fleurs des deux sexes, et qu'un retard dans la maturité du pollen entraîne aussi une maturité tardive des ovules.

En résumé, le traitement cuivrique de la semence a retardé le développement végétatif et la reproduction des Maïs : le retard est plus accentué chez les plantes issues des grains mutilés et blessés, sans doute parce que chez ces derniers la pénétration du cuivre s'est trouvée facilitée.

§ 2. — **Etude des épis.**

Le nombre total des épis récoltés sur les 75 pieds est de 179. On peut, d'après leur conformation, les classer dans les 11 groupes suivants :

I. *Épis cylindriques à rangées parallèles* (61 spécimens). C'est l'épi type de la race considérée. Le rachis, d'une forme cylindrique, est couvert de rangées de grains droites et parallèles. Le nombre de ces rangées est de 12 ou de 8, rarement de 10. Les grains serrés les uns contre les autres sont homogènes et d'une forme régulière. La longueur varie entre 15 cm. et 21 cm (Planche 17, fig. 1).

II. *Épis cylindriques à rangées spiralées* (37 spécimens). Le rachis est cylindrique, mais les grains s'enfilent en spirales et se confondent vers les deux extrémités. Les grains sont peu homogènes et laissent entre eux des intervalles. La longueur de ces épis est de 15 cm. à 19 cm.

III. *Épis coniques* (44 spécimens). Le rachis s'amincit progressivement de la base vers le sommet. Les rangées de grains qui sont droites et parallèles vers le bas deviennent spiralées et se confondent vers le haut. Le sommet de ces épis est partiellement dégarni. Longueur : 15 cm. à 21 cm.

---

(1) D'après Fruwirth. Die Züchtung d. landw. Kulturpflanzen, Band II.

IV. *Épis à rachis torsionné* (3 spécimens). Le rachis conique présente dans sa partie supérieure une torsion prononcée. Les rangées de grains sont entremêlées et imbriquées les unes dans les autres. Une des faces de l'épi est plus garnie de grains que l'autre. Les grains sont très hétérogènes. Longueur 14 cm. à 18 cm. (Planche 17, fig. 2).

V. *Épis cylindro-prismatiques* (2 spécimens). Le rachis, d'une forme cylindrique, est sillonné depuis la base jusqu'au tiers supérieur par 4 gouttières prononcées, provoquées par l'avortement de rangées entières de grains. Les rangées ainsi dégarnies communiquent à l'épi un faciès cylindro-prismatique. Les grains sont lourds, bombés ; ceux qui se trouvent dans le voisinage des gouttières sont revêtus partiellement d'une espèce de tunique membraneuse. Le bas et le sommet de l'épi sont dégarnis. Longueur 14 cm. à 17 cm. (Planche 17, fig. 3).

VI. *Epis pyriformes* (4 spécimens). Le rachis est bombé dans sa partie inférieure et effilé vers le haut. Le sommet est incliné. Les rangées de grains forment des lignes convexes et se confondent. Les grains sont bombés. Longueur moyenne 10 cm. Le poids total de l'épi (rachis compris) ne dépasse pas 40 grammes (Planche 18, fig. 4).

VII. *Épis nains* (3 spécimens). Le rachis est ovale. La taille de l'épi ne dépasse pas 5 cm. et une de ses faces est dégarnie. Les grains sont d'une forme irrégulière et très serrés les uns contre les autres ; leur nombre ne dépasse pas une quarantaine. Poids moyen de l'épi (rachis compris) 15 grammes (Planche 18, fig. 5).

VIII. *Épis arqués* (5 spécimens). Le rachis conique ou effilé à ses 2 extrémités, présente une forte flexion lui communiquant l'aspect d'un croissant. Le sommet est dégarni. Les grains sont bombés et d'une couleur très pâle. La compacité des rangées est faible Longueur 14 cm. à 22 cm. (Planche 18, fig. 6).

IX. *Épis ébréchés* (4 spécimens). Les grains au lieu d'être disposés sur le rachis en rangées sont disséminés sans aucun ordre. Les grains sont très légers. Longueur moyenne : 13 cm. (Planche 18, fig. 7).

X. *Épis stériles* (3 spécimens). Le rachis sans forme déterminée est couvert de grains stériles. La longueur de l'épi ne dépasse pas 10 cm. (Planche 18, fig. 8).

XI. *Épis androgynes* (13 spécimens). Les grains sont entremêlés avec des fleurs mâles. Celles-ci sont ou localisées sur un axe terminal ou disséminées sur le rachis en groupes plus ou moins compacts. Le rachis est cylindrique ou conique. Quelques-uns de ces épis sont sillonnés de gouttières au voisinage desquelles les grains sont revêtus d'une tunique membraneuse (Planche 19, fig. 9).

Le tableau II donne la répartition de ces épis suivant les plantes qui les ont produits.

TABLEAU II

PROVENANCE DES PLANTES	DURÉE DE L'INTOXICATION ($CuSO^4$ 1 °/o à 2 °/o)	NOMBRE TOTAL DES ÉPIS	TYPE DES ÉPIS											Pourcentage DES ÉPIS ANORMAUX
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Grains blessés	1^h à 12^h	13 } 27	2	3	5	—	—	—	—	—	—	—	3	23,1 °/o
	12^h à 24^h	14	2	5	—	—	—	1	1	2	1	—	2	50 °/o
Grains mutilés	1^h à 12^h	17 } 31	4	3	5	—	—	—	—	—	3	2	—	29,4 °/o
	12^h à 24^h	14	2	2	4	—	—	2	1	2	—	—	1	42,8 °/o
Grains extégument.	1^h à 12^h	23 } 45	2	12	5	—	—	—	—	—	—	—	4	17,3 °/o
	12^h à 24^h	22	7	5	5	1	1	1	1	1	—	—	—	22,5 °/o
Grains intacts	1^h à 12^h	23 } 47	6	5	9	1	1	—	—	—	—	1	—	13,0 °/o
	12^h à 24^h	24	8	6	6	1	—	—	—	—	—	—	3	16,6 °/o
Grains témoins	—	29	18	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0

On constate, tout d'abord, que seules les plantes issues des grains intoxiqués ont donné des épis du type IV-XI tandis que les plantes-témoins n'ont donné que des épis coniques et cylindriques à rangées parallèles ou à rangées spiralées.

Ces derniers épis sont d'ailleurs les seuls que donnent ordinairement le Maïs King Philip et l'apparition dans nos cultures de ces épis anormaux, androgynes, ébréchés etc. ne peut être attribuée qu'à des conditions spéciales dans lesquelles a évolué la plante qui leur a donné naissance, conditions provoquées par le traitement cuivrique de la semence.

Nous ne voulons nullement dire par cela que ces épis sont des produits spécifiques de l'action du cuivre, nous constatons seulement qu'il y a une relation de cause à effet entre l'apparition de ces épis anormaux et le traitement cuivrique de la semence, puisqu'ils ont été produits uniquement par les grains soumis à ce traitement.

On sait, en effet, que des épis anormaux et du type que nous avons obtenu apparaissent parfois même dans les cultures spontanément (1) et que leur apparition peut aussi être provoquée par des processus expérimentaux différents des nôtres.

Ainsi Blaringhem (2) a obtenu des épis androgynes et ébréchés, non pas à la suite d'une intoxication chimique, mais par des procédés mécaniques en soumettant la plante à une mutilation violente exécutée à une époque de végétation convenable.

Mazé et Perrier (3), Knop (4) ont obtenu des épis présentant une métamorphose partielle des fleurs femelles en mâles en cultivant le Maïs dans des solutions nutritives.

L'apparition spontanée de ces épis androgynes est d'ailleurs très fréquente, et diverses opinions ont été émises quant à la cause qui la provoque.

Gagnepain (5) attribue la formation de ces épis à des chaleurs ou sécheresses excessives, tandis que Gallardo (6) y voit l'effet des gelées. D'autres attribuent leur formation soit à l'humidité (Müller) (7), soit à un excès ou à un défaut d'alimentation (Blaringhem, Cugini (8) soit même à l'action des champignons (Chifflot) (9).

Malgré cette diversité d'opinions, on voit que tous les auteurs cités attribuent l'apparition de l'androgynie à des facteurs susceptibles de mettre la plante dans un état maladif, et cela par le fait d'une nutrition défectueuse.

---

(1) L'apparition des épis ébréchés est déjà signalée par Duchesne (Traité de Maïs, 1833) de même que Moquin-Tandon (Traité de Tératologie) signale les épis à gouttières.

(2) Blaringhem. Mutations et traumatismes, 1907.

(3) Mazé et Perrier. *Annales de l'Institut Pasteur*, T. XVIII, p. 721.

(4) Knop. Berichte d. Königl. Sachs. Gesellsch. d. Wissenschaft, 1878.

(5) Gagnepain. *Bull. Soc. Bot. France*, T. XL, p. 311.

(6) Gallardo. *Anales del Museo nacional de Buenos-Aires*, T. I, N° 8, p. 525.

(7) Müller. Bot. Zeitung, 1er octobre 1858.

(8) Cugini. *Nuovo Giornale botan. italiano*, Vol. XII, p. 247.

(9) Chifflot. Sur la castration thelygène chez *Zea Maïs* produite par *Ustilago Maïdis*. (*C. R. Ac. Sc.*, 1909, I sem.. p. 421.

L'apparition des formes aberrantes à la suite d'une nutrition troublée est d'ailleurs assez fréquente dans le règne animal (Herbst, Davenport) (1).

Or, les troubles dans la nutrition peuvent aussi être provoqués par des influences chimiques et nous l'avons même constaté par le fait que les grains, soumis à l'intoxication par le cuivre, germent d'une manière anormale et donnent des plantules rabougries à développement ralenti.

On voit, dans une certaine mesure, la preuve de cette action pathogène du cuivre dans le fait que les mêmes anomalies que nous avons obtenues par l'introduction dans la graine du toxique, ont été aussi obtenues par la mutilation violente de la plante, c'est-à-dire par un procédé mettant la plante dans un état pathologique manifeste.

Les cellules végétales sont d'ailleurs d'une sensibilité extraordinaire vis-à-vis du cuivre et il suffirait que des quantités infinitésimales soient entraînées par la croissance de la tigelle dans l'intérieur de la plante pour que des actions perturbatrices prennent naissance.

Le fait que les Maïs, comme le montre le tableau II, ont donné d'autant plus facilement des épis anormaux que l'intoxication a été poussée plus loin (augmentation de la durée de l'intoxication, contact plus intime du toxique et de l'albumen) est une autre preuve de relation directe entre l'action du cuivre et l'apparition de formes aberrantes.

Ainsi, l'intoxication initiale de la semence a conféré à la plante un état spécial, une aptitude à produire de nouvelles formes.

Ce qui caractérise ces épis anormaux, c'est leur dissymétrie, la désharmonie de leur développement. On aurait dit que le courant nourricier, au lieu de se répandre dans l'épi uniformément, suit un chemin de hasard et provoque ainsi le développement inégal de ses différentes parties, d'où la formation de ces épis torsionnés, ébréchés ou à gouttières.

La formation des épis à gouttières est caractéristique pour cette nutrition désordonnée. Considérons, par exemple, un rachis cylindrique couvert de 12 rangées d'ovules uniformes. Supposons que le courant nourricier, au lieu de se répandre sur toute l'étendue du rachis, ne se dirige que vers 4 directions correspondant à 4 doubles rangées d'ovules et laissent ainsi entre chacune des 2 doubles rangées une rangée non arrosée. Il en résulte que lors de la transformation des ovules en grains, cette dernière rangée subira une pression bilatérale par le fait du développement excessif des rangées voisines et sera éliminée en laissant à sa place une échancrure en forme de gouttière. Tel est le mode probable de formation des épis cylindro-prismatiques à gouttières.

---

(1) C. Herbst. Archif f. Entwickelungsmechanik d. Organismen, 1897.

Davenport. Effect of chemical agents upon growth. (*Experim. Morphologie*, T. II).

Ce mode de formation des gouttières, par le fait de l'inégale répartition de l'aliment dans l'épi, est confirmé d'une part par la grosseur et le poids démesuré des grains dans le voisinage des gouttières, et d'autre part par la présence à la base de ces grains d'une tunique membraneuse.

Cette tunique n'est autre chose que la membrane qui tapisse l'intérieur de l'alvéole dans laquelle est placée la graine et qu'on considère généralement comme des glumes avortées. La membrane suit dans une certaine mesure le développement de la graine, mais lorsque l'évolution de celle-ci est normale, elle reste localisée dans l'alvéole et n'apparaît pas dehors. Si, au contraire, la graine prend un volume excessif, la membrane est distendue et entraînée hors de l'alvéole, où elle se déchire souvent du côté de la gouttière où la pression exercée sur elle par la graine n'est pas contrebalancée (1).

Les plantes issues des grains soumis au traitement cuivrique ont produit, comme le montre le tableau II, non seulement des épis insolites, mais aussi des épis d'une apparence normale, cylindriques ou coniques, tels qu'ils ont été produits par les plantes témoins.

La conformation typique des épis de Maïs King Philip Blanc est réalisée par un rachis cylindrique couvert de rangées de grains droites et parallèles, et c'est cette disposition qui assure le maximum de rendement et le plus d'homogénéité de la graine. Les plantes témoins elles-mêmes n'ont pas produit en totalité de ces épis typiques, et ont aussi donné des épis qui s'en distinguent soit par la forme, soit par la disposition des rangées. Mais si on recherche le nombre de ces épis-types produits par chacun des groupes de plantes, on constate que ces plantes issues des grains non intoxiqués en ont donné 18 soit 62 °/₀, tandis que celles provenant des grains traités n'en ont donné que 4, 6, 9, 14 soit respectivement 15 °/₀, 19 °/₀, 20 °/₀ et 30 °/₀ (Tableau II).

---

(1) Au sujet de l'apparition de cette tunique à la base des grains dans certains épis de Maïs, Moquin-Tandon *(loc. cit.)* donne une toute autre explication, qu'on peut résumer comme il suit : Parmi toutes les Graminées, seul le Maïs présente des fruits dépourvus de glumes et glumelles qui se sont étiolées par le fait de la culture et se trouvaient réduites à une sorte d'involucre scarieux localisé dans l'alvéole. Lorsque l'épi se développe mal, l'involucre apparaît à l'extérieur, sous forme d'une membrane foliacée imitant dans une certaine mesure le calice et les bractées des autres Graminées. C'est un retour à l'ordre primitif.

Cet écart de l'épi du type normal tire son importance du fait que le changement imprimé à l'épi se répercute sur la conformation et la qualité du grain. Il n'y a pas de stricte relation entre la conformation de la graine et celle de l'épi, mais la graine se rapproche d'autant plus du type normal de sa race, que l'épi sur lequel elle a pris naissance s'en rapproche lui-même davantage.

On peut aussi mettre en évidence chez les épis d'apparence normale issus des grains intoxiqués, des défectuosités de moindre importance, en leur appliquant les procédés de mesure utilisés dans les laboratoires américains de sélection. Ces mesures concernent le rapport entre le poids des grains et celui du rachis, le rapport entre la longueur de l'épi et son périmètre transversal et enfin la compacité des rangées, c'est-à-dire le rapport entre la longueur totale de la rangée et la longueur occupée par les grains seuls, puisque ceux-ci peuvent laisser entre eux des interstices, où des grains ont pu avorter.

On constate alors que la compacité des épis coniques et cylindriques provenant des semences traitées est souvent faible, et cela par le fait que le sommet et la base de ces épis sont partiellement dégarnis, indice manifeste d'un mauvais développement ; il en résulte nécessairement une diminution du poids des grains et par conséquence un rapport anormal entre celui-ci et le poids du rachis. Le rapport entre la longueur de ces épis et leur périmètre transversal s'écarte également de sa valeur normale, puisque, comme nous le verrons dans la suite, la graine longue et plate, caractéristique pour la race considérée, a fait place à des graines courtes, coniques ou bombées.

L'intoxication initiale de la semence a donc, d'une part, provoqué l'apparition des épis nettement aberrants, et d'autre part a empêché dans une certaine mesure la production des épis normaux et sains.

Quant à la puissance productive des grains sulfatés, celle-ci ne s'est pas montrée affectée par le traitement, et les plantes issues de ces grains ont fourni même un plus grand nombre d'épis et d'un poids total quelquefois supérieur à celui des épis provenant des plantes témoins. Mais ce n'est là qu'un avantage médiocre, puisque l'augmentation de la récolte est corrélative, comme nous le verrons, de la diminution de la valeur culturale de la graine.

§ 3. — Étude des grains.

En se basant sur la conformation de la graine on peut considérer la totalité des épis récoltés comme étant garnis de grains appartenant à l'un des 9 groupes suivants :

1) Grains symétriques (1) ayant la forme d'une pyramide aplatie à base convexe. Le nombre de faces est de 4 ou 6. La face à laquelle est appliquée le scutelle et celle qui lui est opposée sont au moins 2 fois plus larges que les autres. L'épaisseur maxima de la graine est inférieure ou égale à la moitié de la longueur et celle-ci est supérieure à la largeur. Grains homogènes de couleur blanche, d'éclat brillant. Aspect des coupes fariné et corné.

2) Grains présentant des caractères analogues à ceux décrits précédemment, mais d'une taille et d'un poids réduits de moitié.

3) Grains symétriques, plats à bords arrondis. La largeur est égale à la longueur, et elle est de 2 à 3 fois supérieure à l'épaisseur. Grains homogènes, blancs, d'un éclat brillant. Aspect des coupes surtout corné.

4) Mêmes caractères, mais la taille et le poids sont réduits.

5) Grains asymétriques, d'une forme pyramidale. Un côté du grain est plus développé que l'autre. Le nombre des faces est de 3, 5 ou 7. Le scutelle est déformé et dévié sur le côté du grain. Grains peu homogènes. Aspect corné.

6) Grains symétriques ayant la forme d'un cône à base arrondie. Longueur supérieure à la largeur de la base. Scutellum pointu et plissé. Grains homogènes, d'un faible éclat, d'aspect farineux.

7) Grains symétriques, bombés, plus larges et plus épais que longs. Scutellum réduit. Coloration blanche-pâle ou jaunâtre. Aspect des coupes fariné. Grains peu homogènes.

8) Mêmes caractères, réduction du poids et de la taille.

---

(1) La symétrie est considérée par rapport à un plan vertical passant par l'axe germinatif de l'embryon dans le sens de sa longueur.

9) Grains composites où on retrouve toutes les formes citées. Le plus souvent la graine a la forme d'un large cône ou d'un couvercle dans la partie concave de laquelle se trouve le scutelle. Coloration blanche sale.

Ces 9 groupes de grains se distinguent les uns des autres non seulement par leur aspect extérieur, mais aussi par un ensemble de caractères plus ou moins importants.

Le tableau III montre la variation du poids individuel de ces grains et de leurs embryons, leur teneur en matière sèche et leur densité, comparativement aux mêmes caractères présentés par la semence-souche. Les analyses ont été faites sur des grains pris dans le milieu des épis, où l'homogénéité est plus grande.

TABLEAU III

CARACTÈRES :		TYPE DES GRAINES									
		Graine Souche	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Poids de la graine en grammes.	Maximum	0, 372	0, 381	0, 240	0, 470	0, 314	0, 385	0, 308	0, 512	0, 300	0, 612
	Minimum	0, 311	0, 317	0, 215	0, 403	0, 276	0, 192	0, 282	0, 201	0, 199	0, 301
	Amplitude de la variation	0, 061	0, 064	0, 025	0, 067	0, 038	0, 193	0, 026	0, 311	0, 101	0, 311
Fraction centésimale de la matière sèche	Maximum	87, 4	87, 6	87, 9	87, 7	87, 3	87, 0	86, 6	86, 4	86, 3	86, 9
	Minimum	87, 2	87, 5	87, 6	87, 5	87, 0	86, 1	86, 0	80, 0	79, 2	86, 0
	Amplitude de la variation	0, 2	0, 1	0, 3	0, 2	0, 3	0, 9	0, 6	6, 4	7, 1	0, 9
Poids sec de l'embryon en grammes.	Maximum	0, 046	0, 047	0, 032	0, 055	0, 039	0, 042	0, 035	0, 059	0. 031	0, 066
	Minimum	0, 038	0, 037	0, 025	0, 044	0, 030	0, 017	0, 026	0, 015	0, 015	0, 033
	Amplitude de la variation	0, 008	0, 010	0, 007	0, 011	0, 009	0, 025	0, 009	0, 044	0, 016	0, 033
Poids sec de l'embryon en °/° du poids sec de l'albumen	Maximum	17, 7	18, 0	17, 3	17, 6	17, 7	17, 1	16, 9	16, 8	15, 7	15, 4
	Minimum	17, 1	17, 1	15, 8	16, 0	15, 7	13, 8	16, 2	8, 5	9, 6	11, 3
	Amplitude de la variation	0, 6	0, 9	1, 5	1, 6	2, 0	3, 3	0, 8	8, 3	6, 1	4, 1
Densité	Maximum	1, 171	1, 172	1, 170	1, 178	1, 172	1, 164	1, 157	1, 159	1, 158	1, 169
	Minimum	1, 169	1, 168	1, 164	1, 169	1, 168	1, 160	1, 153	1, 150	1, 151	1, 157
	Amplitude de la variation	0, 002	0, 004	0, 006	0, 009	0, 004	0, 004	0, 004	0, 009	0, 007	0, 012

Les grains qui nous ont servi pour les semis et dont le tableau III montre les caractères appartenaient par leurs conformation et aspect aux grains des groupes 1 et 2. Mais à côté de ces grains de forme prismatique les épis de Maïs King Philip Blanc donnent aussi facilement des grains plats à bords arrondis (identiques par leur conformation aux grains des groupes 3-4) et ces 2 types peuvent coexister sur la même plante ; ce sont 2 formes morphologiquement différenciées et par la culture de l'une d'elles on obtient également l'autre.

Comme on le voit par le tableau III, seuls les grains des types 1-4, présentent les caractères moyens de la graine-souche ; les grains des types 5-9 s'en distinguent par leur densité, la teneur en matière sèche et par le rapport entre le poids de l'albumen et celui de l'embryon.

La caractéristique commune de ces derniers grains est leur hétérogénéité, et quel que soit le caractère qu'on considère, on trouve toujours des fluctuations beaucoup plus larges que chez les grains des types 1-4. Ainsi en considérant le poids individuel des grains pris dans le milieu de l'épi et côte à côte on constate que tandis que l'amplitude de variation pour le poids des grains des groupes 1-4 est exprimée par 0,067 au maximum, elle est de 0, 101, 0, 193 et même 0,311 pour les grains des groupes 8, 5 et 9. Cela exprime une augmentation de 80 °/o, 188 °/o, 394 °/o, par rapport à la fluctuation normale.

La teneur en matière sèche et le rapport entre le poids de l'albumen et celui de l'embryon présentent des écarts encore plus accentués et varient dans des proportions tout à fait anormales.

La coexistence sur le même épi, et côte à côte, de grains lourds et légers, concentrés et aqueux, est un signe manifeste d'un développement défectueux, et le rapport anormal entre le poids de l'albumen et celui de l'embryon qui est caractéristique pour les grains des types 5-9 en est une preuve certaine.

Chez la graine-souche et les grains des types 1 à 4, le poids de l'embryon suit sensiblement le poids de l'albumen et à un gros grain correspond aussi un gros embryon. Chez la plupart des grains des autres groupes cette relation est beaucoup moins étroite et les grains les plus lourds possèdent quelquefois un embryon d'un poids minime. Ainsi, tandis que chez la semence-souche le rapport centésimal entre le poids de l'embryon et celui de l'albumen ne descend pas au-dessous de 17, 1 °/o, il s'abaisse chez les grains du type 8 à 9, 6 °/o et à 8, 5 °/o chez les grains du type 7.

La diminution de la densité, et de la teneur en matière sèche, la coloration pâle et le faible éclat indiquent, d'ailleurs, chez ces derniers grains, une mauvaise maturité. On en peut aussi juger par l'aspect de leurs coupes tangentielles.

Chez les grains de Maïs, la matière amylacée, les hydrates de carbone, sont surtout, comme on le sait, localisés dans la partie de l'endosperme adjacente à l'embryon, tandis que la matière albuminoïde, glutineuse, occupe la périphérie de la graine. On voit très bien la séparation des deux couches sur les coupes tangentielles, et si on compare les coupes des grains des différents types, on constate que chez les grains des types 5 à 9 la matière amylacée occupe une étendue beaucoup plus grande que chez les grains des types 1-4. La plus faible teneur en matière amylacée, chez ces derniers grains, a été d'ailleurs révélée par l'analyse chimique.

Or, l'augmentation de la teneur en matière amylacée chez les grains des céréales est considérée par les praticiens comme signe manifeste d'une maturité retardée, et a été démontrée expérimentalement.

En résumé, les grains des types 5-9 se distinguent de ceux des types 1-4 par une teneur en matière sèche et une densité plus faible, par une diminution du poids de l'embryon relatif à celui de l'albumen, et par une teneur en hydrate de carbone plus riche. Ce sont des grains d'une qualité inférieure et dont la production dans les cultures n'est pas désirable.

TABLEAU IV

PROVENANCE DES PLANTES		Nombre d'épis	TYPE DES GRAINS — FRÉQUENCE 1	2	3	4	5	6	7	8	9	°/o DES ÉPIS A GRAINS NORMAUX
$CuSO^4$ (1 °/o à 2 °/o)	Grains blessés..	27	1	4	2	—	5	—	11	4	—	25,9
	— mutilés...	31	—	8	—	3	—	9	9	—	2	35,5
	— extégumentés.	45	10	—	8	2	—	—	15	2	8	44,4
	— intacts...	47	—	7	10	7	4	11	2	3	3	51
Grains-témoins.....		29	13	6	4	3	—	3	—	—	-	89,6

Considérons, à présent, les grains, suivant les plantes qui les ont produits (Tableau IV).

Sur les 29 épis fournis par les 15 plantes témoins, 3 seulement sont garnis de grains de mauvaise qualité, tandis que 26 sont couverts de bons grains des types 1-4.

Les plantes issues des semences intoxiquées ont également produit des épis à bons grains, mais dans une proportion beaucoup moins forte et d'autant moins que l'intoxication fut plus énergique.

Ainsi la proportion des épis garnis de bons grains n'est que de 25, 9 °/₀ pour les plantes issues de grains blessés, tandis qu'elle est de 51 °/₀ pour les plantes provenant des grains intacts, la durée du séjour dans la solution cuprique étant la même.

Si on compare les tableaux IV et II, on constate que le nombre des épis anormaux produits par les plantes issues des semences intoxiquées est plus petit que le nombre des épis à grains anormaux. Cela provient de ce que les mauvais grains ont pris naissance non seulement sur des épis ébréchés, courbés, androgynes etc., mais aussi sur des épis d'une conformation régulière, cylindrique et conique. Il n'y a pas de stricte relation entre la conformation de l'épi et la qualité des grains qui la garnissent et l'épi tout en conservant sa forme propre peut produire des grains déformés.

Il résulte donc de tout ce qui précède que le traitement cuivrique de la semence exerce une influence nuisible sur les caractères de la récolte. Les grains acquièrent des propriétés nouvelles et leur conformation s'avilit.

Les expériences de 1915 vont nous démontrer que le cuivre a exercé une action encore plus profonde qu'on n'aurait pu le supposer, et que l'hérédité de la graine, la stabilité des caractères de la race en est influencée.

EXPÉRIENCES DE 1915

Nous nous sommes proposé :

1° De vérifier les expériences de 1914 ;

2° De rechercher si les variations présentées par l'épi se retrouvent sur la descendance ;

3° De rechercher si la répétition du traitement cuivrique sur les grains de la nouvelle génération est susceptible de provoquer des variations plus accentuées et plus régressives.

§ 4. — Expériences de contrôle.

Nous avons utilisé les grains du même échantillon dont nous nous sommes servi en 1914.

Des grains intacts ou blessés à dessein ont été gonflés pendant un temps variant de 12 heures à 72 heures dans des solutions aqueuses de $CuSO^4$, de $Cu(AzO^3)^2$ ou de $CuCl^2$ électrolytiques et semés dans des conditions identiques à celles de l'année précédente.

La récolte faite, nous avons constaté que le traitement cuivrique a de nouveau produit les mêmes effets et que les mêmes anomalies ont pris naissance.

TABLEAU V

NOMBRE DES PLANTES	PROVENANCE DES PLANTES	NATURE DU TOXIQUE	CONCENTRATION	DURÉE DE L'INTOXICATION	NOMBRE TOTAL DES ÉPIS	POURCENT. DES ÉPIS anormaux (1)	Pourcent. des épis à grains anormaux
5	Grains intacts	$CuSO^4$	1 °/o	6^h	14	28 °/o	36 °/o
5	—	—	—	12^h	12	34 °/o	34 °/o
5	—	—	—	24^h	15	40 °/o	47 °/o
5	—	—	—	48^h	13	46 °/o	54 °/o
5	—	—	—	72^h	14	57 °/o	57 °/o
5	Témoins				11	0 °/o	9 °/o
5	Grains blessés	—	—	6^h	10	40 °/o	40 °/o
5	—	—	—	12^h	10	50 °/o	60 °/o
5	—	—	—	24^h	8	50 °/o	62 °/o
5	—	—	—	48^h	9	44 °/o	55 °/o
5	—	—	—	72^h	10	50 °/o	50 °/o
5	Témoins				12	0 °/o	17 °/o
6	Grains blessés	$CuSO^4$	2 °/o	15^h	11	45 °/o	54 °/o
6	—	$CuCl^2$	—	—	12	50 °/o	50 °/o
6	—	$Cu(AzO^3)^2$	—	—	12	50 °/o	50 °/o
6	Grains intacts	$CuCl^2$	2 °/o	24^h	13	54 °/o	54 °/o
6	—	—	3 °/o	—	13	69 °/o	69 °/o
6	—	—	5 °/o	—	9	77 °/o	88 °/o

(1) Epis ébréchés, androgynes, courbés, ramifiés, androgynes et ramifiés à la fois.

Nous avons ainsi obtenu, pour la seconde fois, des épis ébréchés, courbés et androgynes.

De nouvelles anomalies se sont même montrées, et aux épis déformés, du type déjà connu, sont venus s'ajouter des *épis ramifiés* (3 spécimens) et de plus des épis à la fois *ramifiés et androgynes* (2 spécimens) (Planche 19, fig. 10 et 11).

Si on compare les résultats obtenus cette année à ceux obtenus précédemment, on constate que les plantes issues des grains traités ont montré une amplitude de variation plus étroite, puisqu'elles n'ont produit que 8 types d'épis, au lieu de 11 types produits dans les mêmes conditions en 1914 (Tableau II).

Mais, d'autre part, on constate que le nombre des épis déformés s'est quelque peu accru, et que la proportion des épis garnis de grains ayant une conformation régulière a sensiblement diminué.

Il semble donc que l'état spécial conféré à la plante par le traitement cuivrique de la semence dont elle est issue peut se manifester par des effets numériques ou qualitatifs, concomittants ou compensateurs. Ou il se développe chez la plante une puissance modificatrice très prononcée qui disjoint et éparpille les caractères de l'épi ou de la graine, créant ainsi des types divers et multiples, ou bien cette énergie modificatrice est moins accentuée et il apparaît alors des types plus uniformes, mais en plus grand nombre.

L'augmentation de la durée de l'intoxication à laquelle ont été soumis les grains et surtout les grains blessés n'a pas produit les effets auxquels on aurait pu s'attendre, et le même nombre d'épis déformés a été produit par des grains gonflés pendant 24 heures ou 72 heures.

Ainsi, en augmentant la durée de l'intoxication de 1 heure à 24 heures, on produit des effets régressifs et croissants, mais, au delà, l'action nocive du cuivre semble s'atténuer, et la solution devenir moins active. Cela peut s'expliquer, car, quel que soit le mode d'action du cuivre, soit qu'il agisse sur les diastases de germination, ou sur la matière albuminoïde en s'y combinant, soit qu'il exerce une action mécanique, en corrodant les tissus avec lesquels il se trouve en contact, il est logique d'admettre que cette action passe par un maximum qui, dans le cas des grains, coïncide certainement avec leur saturation (1). On pourrait mettre le fait en évidence en suivant la marche de l'absorption. La saturation s'effectuant beaucoup plus lentement quand les tissus sont intacts, il est compréhensible que les grains non blessés soient plus sensibles à l'augmentation de la durée de l'intoxication que les grains blessés.

---

(1) Le fait, que le pouvoir et la puissance germinatifs des grains, comme l'ont

La quantité du cuivre absorbée par la graine intacte est d'ailleurs minime, et celle-ci se concentre surtout dans le tégument même qui semble, chez les fruits des Graminées, être séparé de l'albumen par une membrane semiperméable (1).

Le cuivre localisé dans le tégument ne joue qu'un rôle très limité si l'évolution de la graine traitée a lieu dans le milieu naturel, le sol ; par des influences osmotiques le sel passe du tégument dans le substratum ambiant où il est neutralisé, et l'action pathogène n'est due qu'au cuivre ayant passé dans l'albumen, ce qui explique que la même quantité de toxique provoque des effets beaucoup plus accentués chez les grains blessés ou mutilés que chez les grains intacts.

Le remplacement du $CuSO^4$ par le nitrate ou le chlorure, n'a pas produit des effets appréciables, ce qui indique une fois de plus que la toxicité des sels de cuivre n'est due qu'aux ions Cu et non aux anions Cl, AzO^3, Cl, etc.

Par contre, l'augmentation de la concentration de la solution toxique a provoqué une augmentation sensible du nombre d'épis déformés, et même une diminution de la puissance productive, puisque 6 plantes issues des grains ayant séjourné dans $Cu(AzO^3)^2$ à 5 $^o/_o$ n'ont produit que 9 épis en tout. Des grains qui gonflent dans des solutions concentrées subissent non seulement l'action nocive du cuivre mais aussi des actions secondaires de nature osmotique qui peuvent elles-mêmes être nuisibles, puisque même les sels inoffensifs en solutions étendues deviennent éminemment toxiques, lorsque celles-ci se concentrent.

§ 5. — Recherches sur la transmission héréditaire des variations de l'épi.

La conformation de l'épi, le nombre de rangées qui le garnis-

---

montré de nombreuses expériences, diminuent toujours avec l'augmentation de la durée de l'intoxication, peut être dû non seulement à l'action du toxique lui-même, mais aussi à des actions secondaires (action de l'eau, actions d'échange et de pression).

(1) Brown. On the existence of a semipermeable membrane inclosing the seeds of some the Gramineae. *(Annals of Botany*, V. XXI, p. 79).

sent, les qualités spécifiques de la graine sont des caractères héréditaires, transmissibles de génération en génération (1).

Il était donc important de rechercher si les variations provoquées chez les épis par suite de l'intoxication initiale de la graine sont accidentelles et passagères, ou si, au contraire, les caractères acquis se transmettent ou agissent d'une manière ou d'une autre sur l'hérédité.

Nous avons à cet effet enlevé sur chacun des types d'épis récoltés en 1914 une trentaine des grains moyens et les avons semés directement sur le terrain d'expérience. Voici les résultats obtenus :

a) *Épi cylindrique à 12 rangées parallèles, provenant d'une plante-témoin. Grains du type 1.*

		TYPES DES ÉPIS RÉCOLTÉS			HÉRÉDITÉ POUR 100		
Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	Cylindr. à rangées parallèles	Cylindr. à rangées spiralées	Coniques	Conformation de l'épi	Epis à 12 rangées parallèles	Conformation de la graine
12	25	**19**	4	2	**92**	**76**	**76**

Pouvoir germinatif : 98. Levée 9-10 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 2m 70. Nombre d'entre-nœuds : 5-6. Tallage : 2-3 (2).

b) *Épi cylindrique à rangées spiralées et confondues, récolté sur une plante-témoin. Grains du type 3.*

		TYPES DES ÉPIS RÉCOLTÉS			HÉRÉDITÉ POUR 100		
Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	Cylindr. à rangées spiralées	Cylindr. à rangées parallèles	Ebréchés	Conformation de l'épi	Disposit. spiralée des rangées	Conformation de la graine
12	27	**16**	9	1	**96**	**59**	**85**

Pouvoir germinatif : 100. Levée : 9-10 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 2m 60. Nombre d'entre-nœuds : 5-6. Tallage : 3.

---

(1) G. FRUWIRTH. Die Züchtung d. landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ; Körnicke. — Handbuch des Getreidebaues.

(2) L'augmentation du tallage n'est pas recherchée chez le Maïs. Nous le mentionnons à titre de comparaison, puisque quelques plantes issues des épis ébréchés ou courbés n'ont pas donné de tallage du tout.

c) *Épi cylindrique à rangées spiralées et confondues, récolté sur une plante issue d'une graine mutilée, intoxiquée pendant 12 heures dans une solution de* $Cu SO^4$ *à* 1 °/o. *Grain du type 5.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS Cyl. à rangées parallèles	Cyl. à rangées spiralées	Nains	Androgynes	HÉRÉDITÉ POUR 100 Conformation de l'épi	Disposit. spiralée des rangées	Conform. de la graine
12	26	5	**14**	4	2	**54**	**80**	**57**

Pouvoir germinatif : 100. Levée : 11-12 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 2^m 50. Nombre d'entre-nœuds : 2. Tallage : 2.

d) *Épi androgyne présentant un axe terminal de* 10 *cm. de long couvert d'épillets mâles ; 2 gouttières prononcées. Grains du type 9.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS Cylindr. à rangées parallèles	Androgynes	Coniques	Ebréchés	HÉRÉDITÉ POUR 100 Androgynie	Conform. de la graine
12	17	2	**1**	9	5	**6**	**35**

Pouvoir germinatif : 70. Levée : 13-16 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 2^m 10 ; Nombre d'entre-nœuds : 4 ; Tallage : 4.

e) *Épi ébréché à grains bombés.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS Ebréchés	Courbés	Coniques	Cylindr. à rangées spiralées	HÉRÉDITÉ POUR 100 Ébrèchement	Conformation de la graine
12	12	**4**	2	4	10	**21**	**32**

Pouvoir germinatif : 65. Levée : 12 à 15 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte 2^m 30. Nombre d'entre-nœuds : 4. Tallage : 4.

f) *Épi courbé, grains du type 7, 8 rangées parallèles.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS			HÉRÉDITÉ POUR 100		
		Courbés	Nains	Cylindr. à rangées spiralées	Conformation de l'épi	Epis à 8 rangées	Conformation de la graine
12	22	**0**	4	18	**0**	**82**	**73**

Pouvoir germinatif : 90. Levée 11-13 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes : 1m 70. Nombre d'entre-nœuds : 3-4. Tallage : 1.

g) *Épi nain, grains du type 5.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS				HÉRÉDITÉ POUR 100	
		Cylindr. à rangées parallèles	Cylindr. à rangées spiralées	Coniques	Nains	Conformation de l'épi	Conformation de la graine
12	18	6	5	7	**0**	**0**	**50**

Pouvoir germinatif : 60. Levée : 12-16 jours après le semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 1m 85. Nombre d'entre-nœuds : 3-4. Tallage : 1.

h) *Épi torsionné, grains du type 5.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS			HÉRÉDITÉ POUR 100	
		Torsionnés	Cylindr. à rangées parallèles	Cylindr. à rangées spiralées	Conformation de l'épi	Conformation de la graine
12	26	**2**	5	19	**7**	**45**

i) *Épi pyriforme, grains du type 6.*

Nombre des plantes	Nombre total des épis récoltés	TYPES DES ÉPIS			HÉRÉDITÉ POUR 100	
		Epis pyriformes	Epis torsionnés	Cylindr. à rangées spiralées	Conformation de l'épi	Conformation des grains
12	14	**1**	2	11	**7**	**50**

Pouvoir germinatif : 80. Levée : 11-12 jours après les semis. Hauteur moyenne des plantes à la récolte : 2m 30. Nombre d'entre-nœuds : 4-5. Tallage : 2-3.

Ces résultats sont suggestifs. On voit tout d'abord que les grains provenant des épis récoltés sur les plantes qui ne furent pas soumises à l'action du cuivre reproduisent fidèlement et la conformation de l'épi (92 à 96 °/₀), et leur conformation propre (76 à 85 °/₀). Il en est ainsi avec les grains provenant des épis cylindriques à rangées parallèles ou à rangées spiralées (a, b).

Mais le même épi cylindrique à rangées spiralées, quand il provient d'une plante issue d'un grain intoxiqué, montre déjà une stabilité moindre, une puissance de transmission héréditaire affaiblie et le pourcentage des caractères reproduits tombe pour la conformation de l'épi à 54 °/₀ et pour celle de la graine à 57 °/₀ (c).

En remontant dans la série de déformations présentées par les épis (courbures, torsions, androgynies, etc.), on constate que certaines de ces anomalies ne se sont pas reproduites du tout (courbures, le caractère nain), et que d'autres se sont transmises à la descendance dans des proportions très limitées qui ne dépassent pas des possibilités d'ordre accidentel. Seul le caractère « ébréchement » a montré une certaine stabilité et sur 19 épis issus d'un grain d'un épi ébréché, 4 ont montré le caractère du parent (e).

Si on considère, à présent, les caractères propres de la graine, on constate que la conformation qui lui a été imprimée par suite de la variation de la structure de l'épi a une plus grande tendance à se transmettre que celle de l'épi. Mais quel que soit le type du grain que nous ayons isolé, nous avons constaté qu'il reproduit aussi facilement tous les autres, de sorte que la réapparition des caractères de la graine chez la descendance peut aussi bien être due à des actions héréditaires, qu'à des actions d'une nature toute différente.

Les caractères propres de l'épi, et ceux des grains qui le couvrent, s'enchaînent et se superposent suivant des lois inconnues ; dans des conditions normales, à une telle forme de l'épi correspond une telle forme de la graine ; mais si, par des influences extérieures, l'état harmonieux ou l'équilibre est rompu, il se fait de nouvelles combinaisons, de nouveaux groupements et il se peut que la réapparition de la conformation de la graine chez la descendance ne soit que consécutive et corrélative à la variation de l'épi puisque, comme nous l'avons vu, des épis déformés variés peuvent être garnis de grains d'une conformation identique. Tout cela se rapporte, d'ailleurs, strictement à la conformation de la graine et non pas à ses qualités intrinsèques (densité, matière sèche, aspect des coupes, etc.) qui, elles, n'ont montré aucune aptitude à se transmettre et à se continuer chez la descendance.

Il en résulte donc que ce qui s'est plutôt transmis héréditairement, *ce ne sont pas les caractères de l'épi ou de la graine, mais la puissance modificatrice conférée à la plante-mère par suite de l'intoxication initiale de la graine dont elle est issue, la tendance à varier et à produire des formes nouvelles et multiples,* en partant d'un type unique.

Ainsi les grains provenant des épis androgynes ont produit des épis ébréchés, et les grains des épis courbés ont donné des épis nains ; les mêmes actions pathogènes, provoquées chez la plante-mère, continuent à agir chez les plantes qui en descendent, dans le sens de ce qu'on a parfois appelé « *l'affolement du type* ».

Les résultats n'en sont pas moins intéressants. Si on considère, en effet, l'ensemble des épis obtenus, on constate que si les grains des épis déformés produisent des épis et des grains du type de leur race, ils produisent aussi à côté, et en plus grand nombre, des épis anormaux et défectueux, c'est-à-dire que la tendance à varier est nettement régressive et nuisible à l'avenir de la race.

La nature régressive des actions provoquées par le cuivre est encore démontrée par le fait que les grains des épis anormaux ont une levée retardée et donnent des plantes moins hautes et moins vigoureuses.

§ 6. — Répétition du traitement cuivrique sur les grains des épis déformés.

Il s'agissait de rechercher si, en répétant le traitement cuivrique sur les grains des épis présentant des anomalies, c'est-à-dire en aidant les plantes qui devront en sortir à se mettre dans le même état pathologique que la plante qui a donné naissance à ces grains, on peut créer des conditions favorables à la culture de ces anomalies ou à l'apparition d'anomalies nouvelles.

Nous avons à cet effet opéré avec des grains des épis androgynes, courbés, cylindro-prismatiques et nains.

Les grains blessés à dessein ont été gonflés dans $CuCl_2$ à 2 °/₀ pendant 24 heures, semés sur couche et lorsque les plantules eurent atteint une hauteur moyenne de 30 cm. elles furent repiquées sur le terrain d'expériences.

L'étude a porté sur 48 plantes, à raison de 12 plantes pour chaque type d'épi. Voici les résultats :

TABLEAU VI

PROVENANCE DES PLANTES	NOMBRE D'ÉPIS RÉCOLTÉS	HÉRÉDITÉ POUR 100	ÉPIS MONTRANT DES ANOMALIES NOUVELLES	POURCENT. DES ÉPIS DÉFORMÉS
Epi androgyne :	18	0	1	33 °/₀
Epi nain :	19	0	0	10 °/₀ ?
Epi cylindro-prismatique :	23	8	0	43 °/₀
Epi courbé :	22	0	2	45 °/₀

Donc, la réintoxication de la semence n'a provoqué ni une augmentation du nombre d'épis déformés (comparer avec les tableaux précédents) ni une plus grande amplitude à la variation et à la production des formes nouvelles.

Les 3 épis à anomalies nouvelles que nous mentionnons dans le tableau ci-dessus sont simplement des inflorescences terminales mâles présentant une métamorphose partielle des épillets mâles en grains (1), monstruosité, d'ailleurs, très fréquente dans les cultures du Maïs.

Il est possible que des caractères latents aient pris naissance, caractères que l'on ne pourrait voir apparaître que par des cultures suivies et répétées.

Seul reste donc acquis le fait que l'intoxication de la semence crée des conditions favorables à l'apparition des types aberrants et de nature régressive.

---

(1) Les 3 rameaux sont d'ailleurs charbonneux, ce qui laisse un doute sur la cause de l'anomalie.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Les expériences de 1914 ont montré que l'intoxication du grain de Maïs par les sels de cuivre détermine les effets suivants :

1) La puissance germinative des grains traités est affaiblie ;

2) Les jeunes plantules issues de ces grains manifestent souvent leur intoxication par une altération chlorophyllienne se traduisant par l'apparition sur les feuilles d'une raie bleuâtre ;

3) Le développement végétatif de ces plantes est ralenti et la floraison, par suite, retardée ;

4) L'intoxication de la semence est susceptible de conférer à la plante qui en est issue des aptitudes spéciales, des tendances à varier, qui se manifestent par l'apparition d'épis anormaux qui, par leurs caractères propres et par ceux des grains qui les garnissent s'éloignent du type de leur race ;

5) Ces caractères nouveaux sont défectueux et régressifs, et les effets nuisibles croissent avec l'augmentation du degré de l'intoxication à laquelle la graine a été soumise : augmentation de la durée de l'intoxication, contact plus intime du toxique et de l'albumen par suite des mutilations préalables.

Les expériences de 1915 ont fourni en outre les conclusions complémentaires suivantes :

6) Les différents sels de cuivre produisent le même effet ;

7) La plante produit d'autant plus facilement des épis anormaux, que la graine dont elle est issue a séjourné dans des solutions cuivriques plus concentrées ;

8) Le cuivre ne provoque pas des effets précis, et les grains traités d'une manière identique peuvent donner naissance à des anomalies différentes ;

9) La tendance à varier conférée à la plante par l'intoxication de la graine peut se traduire par des effets numériques ou qualitatifs, par l'apparition d'anomalies multiples, ou plus uniformes, mais en plus grand nombre ;

10) Les caractères nouveaux acquis par l'épi et la graine sont peu stables, et semblent ne pas réapparaître chez leur descendance ;

11) Les grains ont fixé la tendance à varier conférée à la plante-mère, et produisent eux-mêmes des épis aberrants et régressifs.

CONSÉQUENCES PRATIQUES. — A) Le traitement cuivrique employé en agriculture pour préserver la semence contre l'attaque des Cryptogames peut faire apparaître des influences accessoires et nuisibles. Les caractères spécifiques des races cultivées peuvent, sous ces influences, s'éparpiller, et se modifier dans un sens peu désirable. L'avilissement des races locales des céréales, dont se sont si souvent plaint les agriculteurs, durant ces dernières années, peut, dans une certaine mesure, avoir en partie son origine dans le traitement anti-cryptogamique, et celui-ci peut devenir un obstacle sérieux pour l'amélioration et la sélection des caractères recherchés. Il est même possible que des intoxications chimiques puissent produire des effets plus profonds et plus durables que ceux qu'ont donné nos expériences, et que l'intoxication ou l'évolution dans un milieu chimique non accoutumé eût pu être la cause de l'apparition de types aberrants ou de monstruosités déjà connues.

B) Nous démontrons ainsi que, par des influences chimiques particulières et graduées, accessibles facilement à l'expérimentation, on peut espérer contribuer à l'étude des facteurs naturels d'évolution, et peut-être aussi au mécanisme de la variation de la race.

Peu importe qu'il s'agisse ici d'actions pathogènes, puisque nous ignorons si celles-ci ne peuvent être, elles aussi, causes directes ou indirectes de variation et d'évolution des espèces ou des formes végétales.

(Travail fait au Laboratoire de Botanique agricole de l'Université de Nancy, dirigé par M. le Professeur Edmond Gain)

CHRONIQUES ET NOUVELLES

SUR LA FLORAISON DES PLANTES EN FRANCE. — Au cours d'un petit ouvrage sur la *Géographie botanique de la France* que j'ai terminé récemment et dont la guerre a empêché — et empêchera, sans doute, encore longtemps — la publication, j'ai été amené à recueillir quelques chiffres, qui, par eux-mêmes, n'ont, évidemment, rien de bien nouveau, mais qui, cependant, peuvent avoir quelque intérêt, au moins pour les botanophiles. J'ai fait, en particulier, la statistique de la date de floraison de toutes les plantes phanérogames qui se rencontrent dans la Flore de France, en les notant suivant *le premier mois* où les fleurs apparaissent, faits sur lesquels on n'a, en général, que des notions assez vagues et qui gagnent, un peu, à être précisées. Cette statistique est résumée dans le tableau ci-dessous :

Début de la floraison	Familles	Genres	Espèces
Janvier	8	9	12
Février	23	36	49
Mars	49	110	186
Avril	75	257	675
Mai	95	429	1228
Juin	87	397	1147
Juillet	60	277	795
Août	26	71	122
Septembre	9	20	36
Octobre	5	6	6
Novembre	2	2	2
Décembre	2	2	2
Presque toute l'année	5	5	5
Ne fleurissant pas	1	1	1

On voit que, dans tous les mois, on peut rencontrer des plantes qui commencent à y fleurir, et que le nombre des espèces fleurissantes va en croissant de Janvier à Mai — mois maximum — pour décroître ensuite jusqu'à Décembre.

Les mois à floraison minimum sont : Décembre *(Helleborus niger, Ambrosinia Basii)*; Novembre *(Helleborus lividus, Morisia hypogæa)*; Octobre *(Ranunculus bullatus, Arbutus Unedo, Passerina hirsuta, Aponogeton distachyon, Posidonia Caulini, Arum pictum)* et Janvier *(Helleborus fœtidus, Petasites fragrans, Erica mediterranea, Erica lusitanica, Corylus Avellana, Gagea bohemica, Allium Chamæmoly, Ruscus aculeatus, Crocus minimus, Narcissus aureus, Narcissus italicus, Narcissus papyraceus)*.

La plante qui ne fleurit jamais est le *Wolfia arrhiza* et celles qui fleurissent toute l'année — ou à peu près — sont : *Stellaria media, Senecio vulgaris, Rosmarinus officinalis* (dans le Midi), *Euphorbia Peplus* et *Poa annua*.

A noter aussi que certaines plantes, quoique fleurissant chez nous, ne donnent que des fleurs d'un seul sexe : l'*Elodea canadensis* et le *Salix babylonica*, qui, tous deux, ne portent que des fleurs femelles, en sont des exemples bien connus.

Henri Coupin

G. Fron, **Plantes nuisibles à l'Agriculture,** 1 vol. de l'*Encyclopédie agricole*, J.-B. Baillière, édit., Paris, 1917.

Bien qu'il soit pénible pour des botanistes de parler de la destruction des plantes qui font l'objet de leurs études, il ne faut pas qu'ils oublient que les « mauvaises herbes » qui envahissent nos cultures sont si nuisibles à celles-ci qu'elles nous font perdre plus d'un milliard de francs par an. Ce sont ces plantes désagréables que M. Fron énumère dans son ouvrage en en donnant leur description sommaire — et aujourd'hui bien connue — ; leur biologie — ou, du moins ce que l'on en sait, c'est-à-dire presque rien —, et leurs moyens de destruction qui ne sont, d'ailleurs, élucidés que pour un petit nombre d'espèces et, encore, d'une manière bien approximative. Nul doute que ce livre ne suscite des travaux intéressants de la part des agronomes et des botanistes, pour le plus grand bien de l'Agriculture, l'une des « mamelles de la France ».

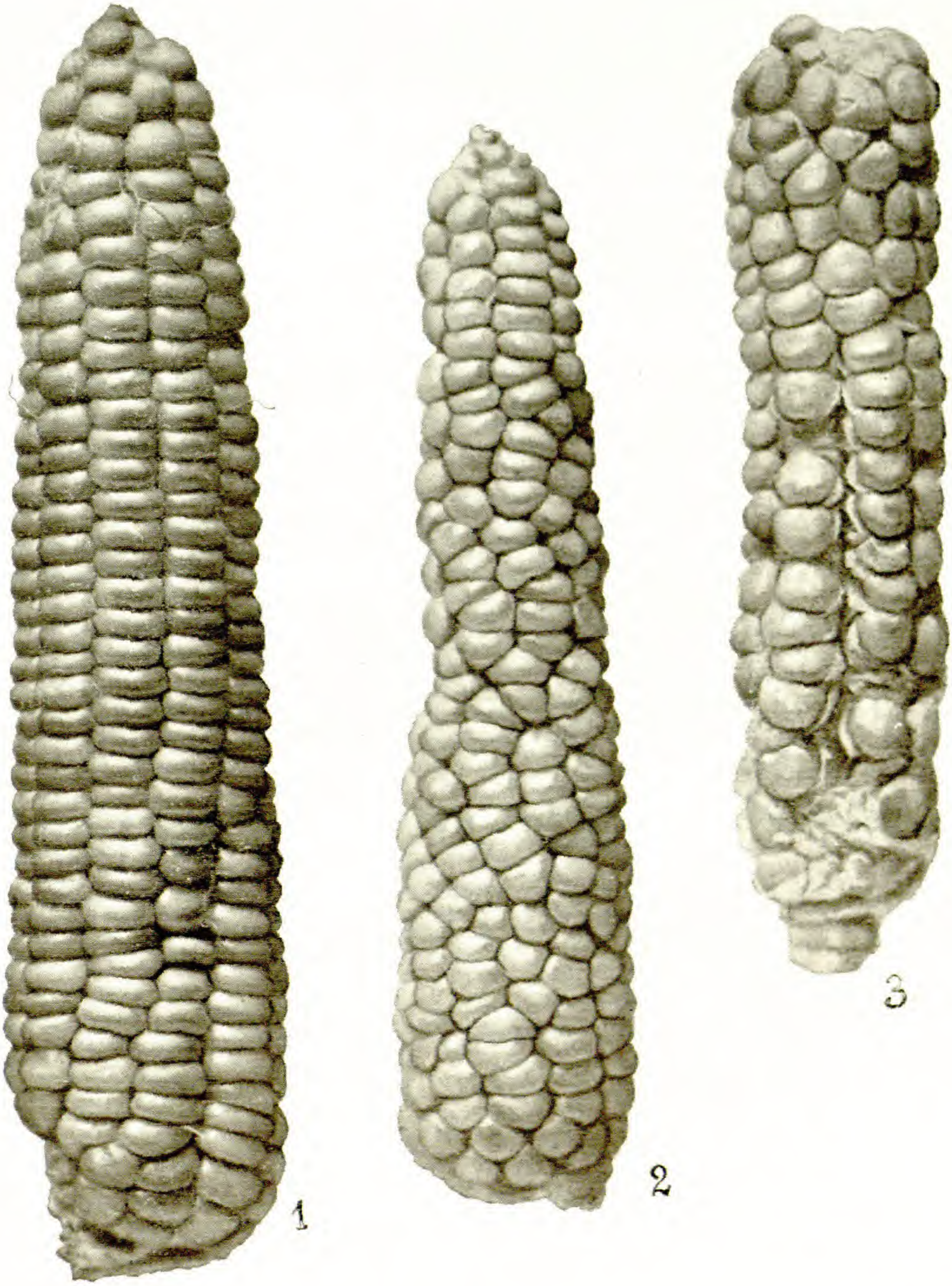
H. C.

On annonce le décès de M. Grand'Eury, Correspondant de l'Académie des Sciences. M. Grand'Eury, éminent paléobotaniste, est bien connu par ses beaux travaux sur les flores fossiles, sur la reconstitution des Sigillaires, Lépidodendrées, Calamodendrées, Calamitées, etc. ainsi que pour les études très intéressantes qu'il a faites sur la structure des plantes fossiles d'Autun. Certains travaux de M. Grand'Eury sur les plantes carbonifères ont servi à la recherche de nouvelles couches de houille exploitables.

⁂

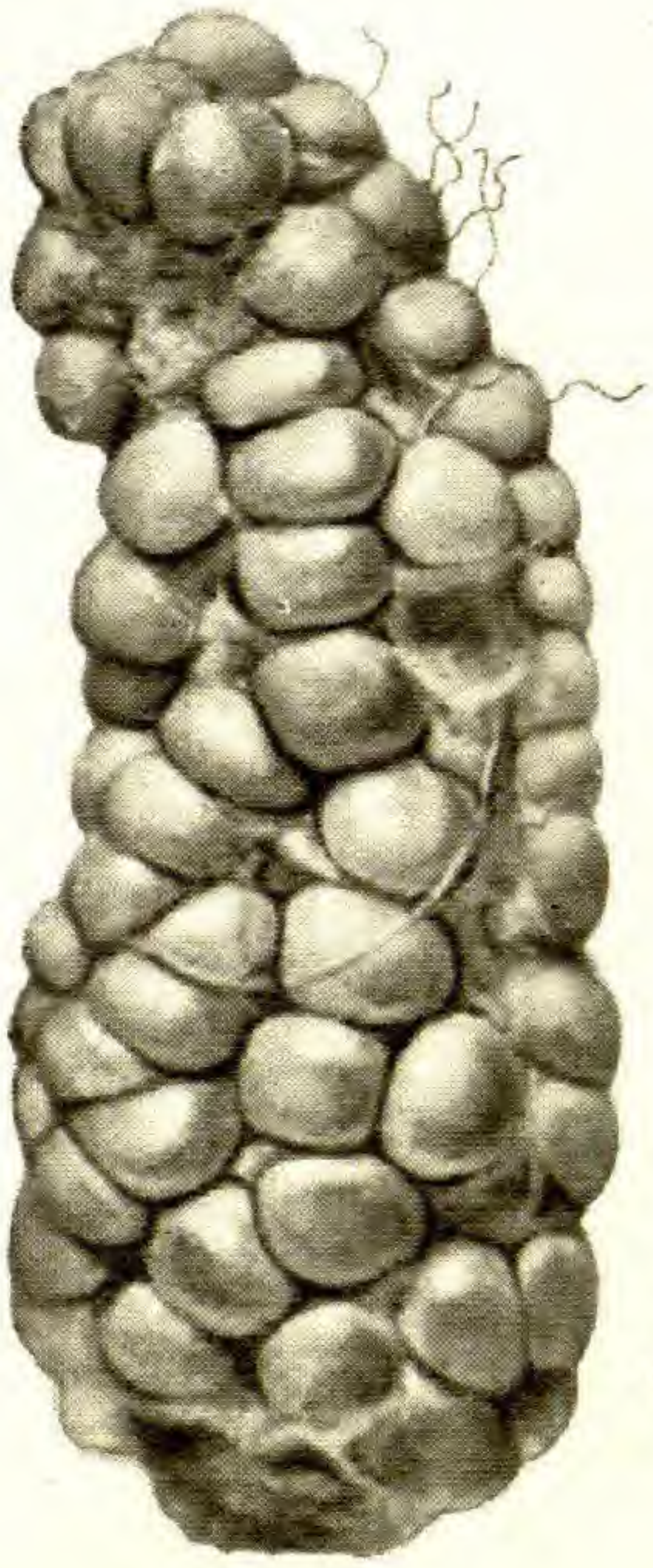
On annonce le décès de M. Hariot, Assistant au Muséum d'Histoire Naturelle. M. Hariot est bien connu par ses travaux sur les Cryptogames et par les résultats de ses voyages d'exploration.

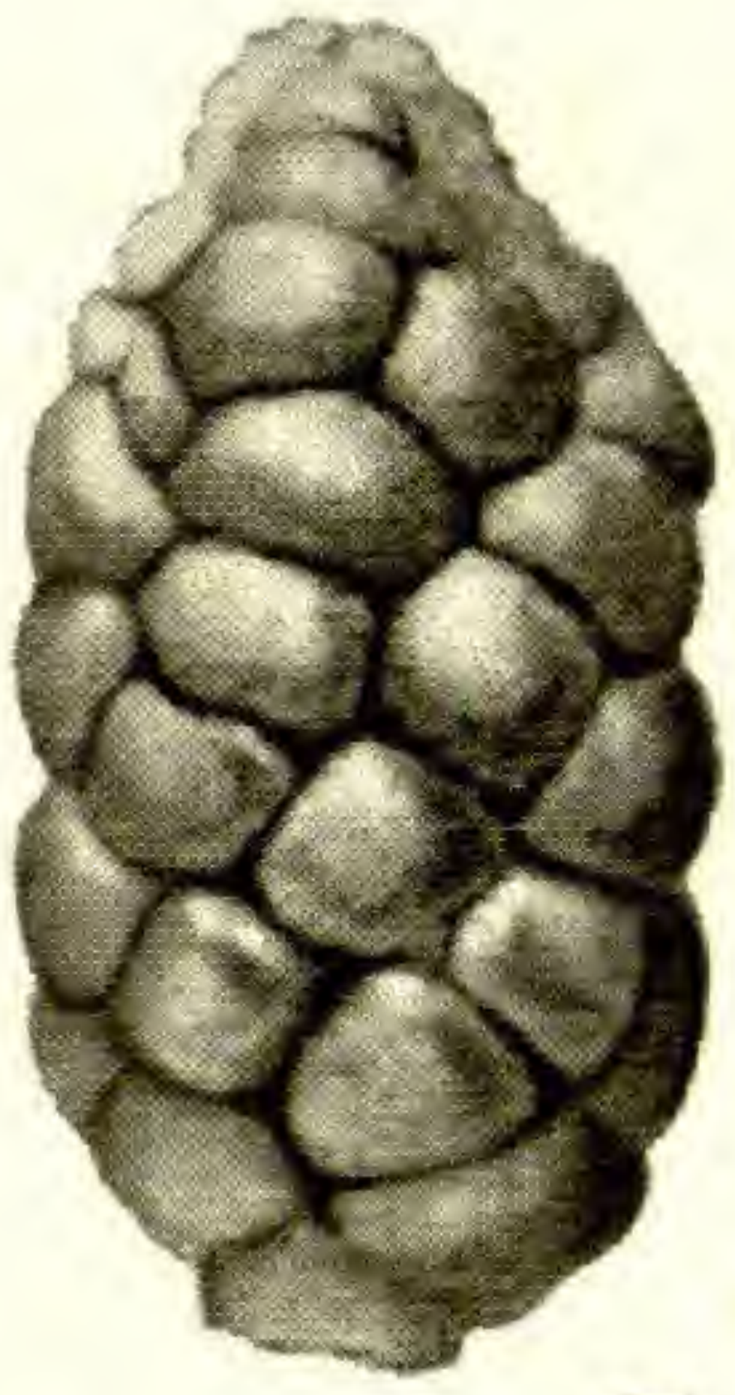
Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

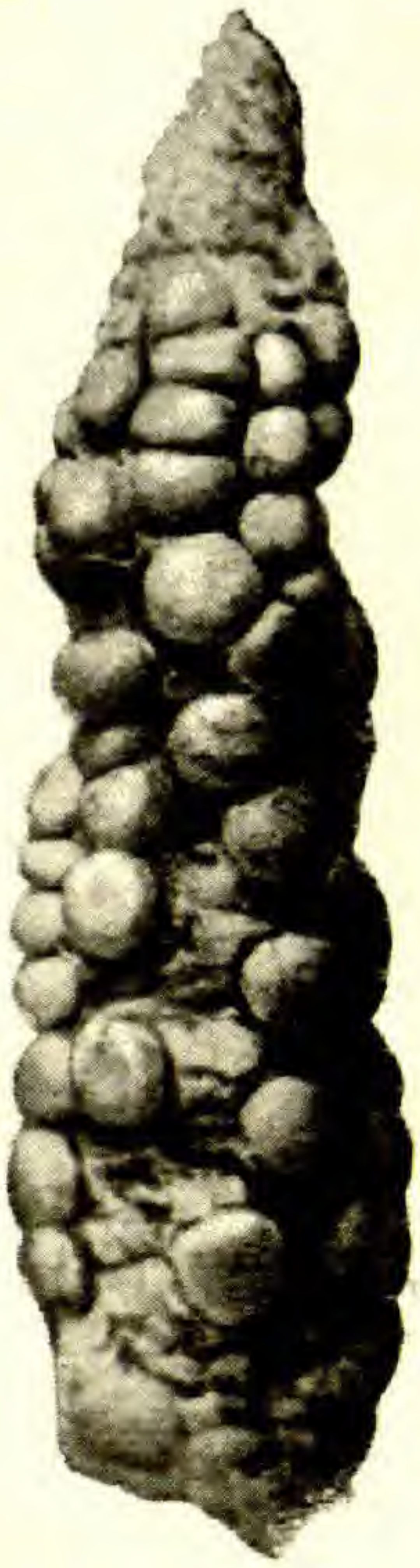


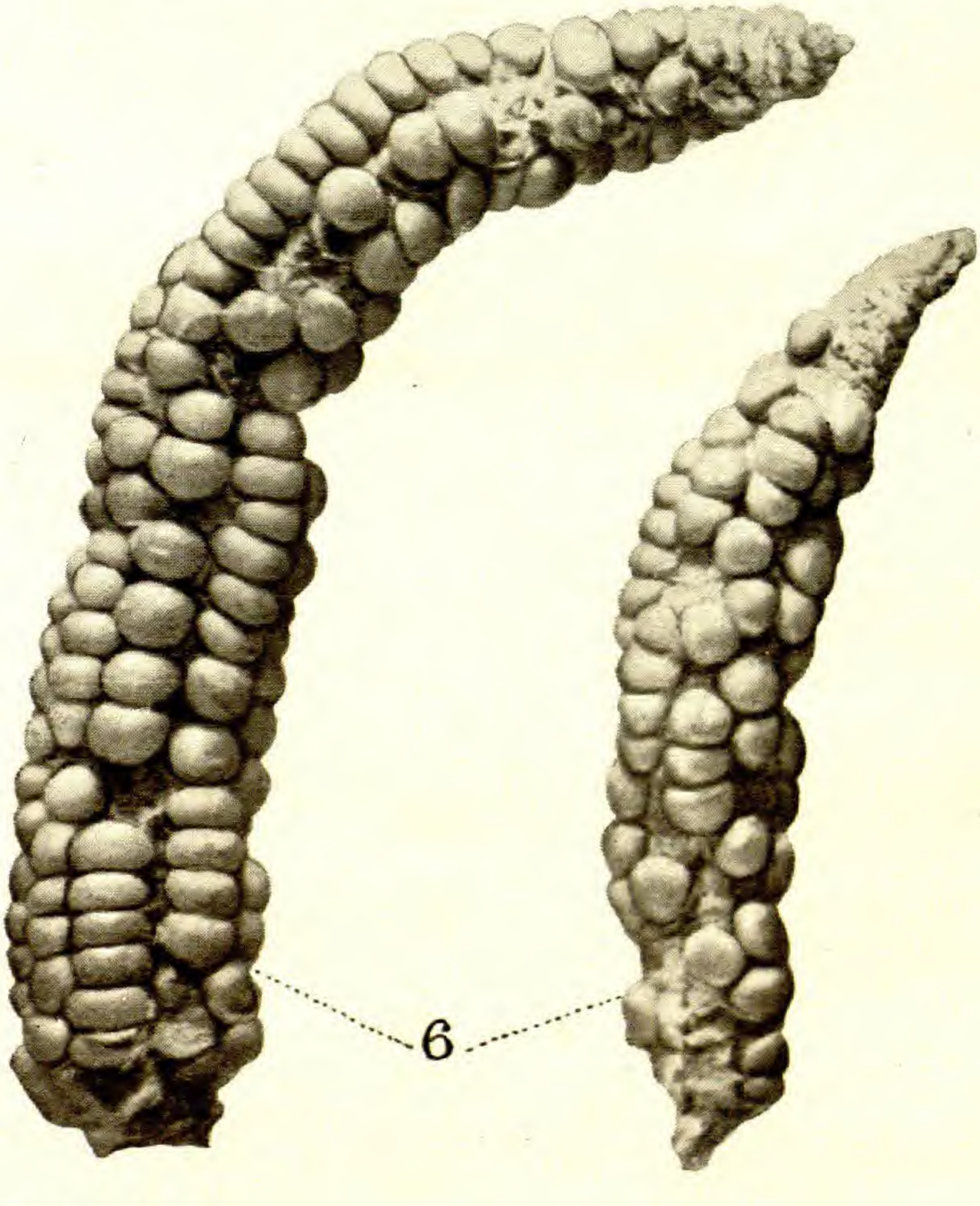
JUNGELSON Phot. BERTIN et C^ie sc.

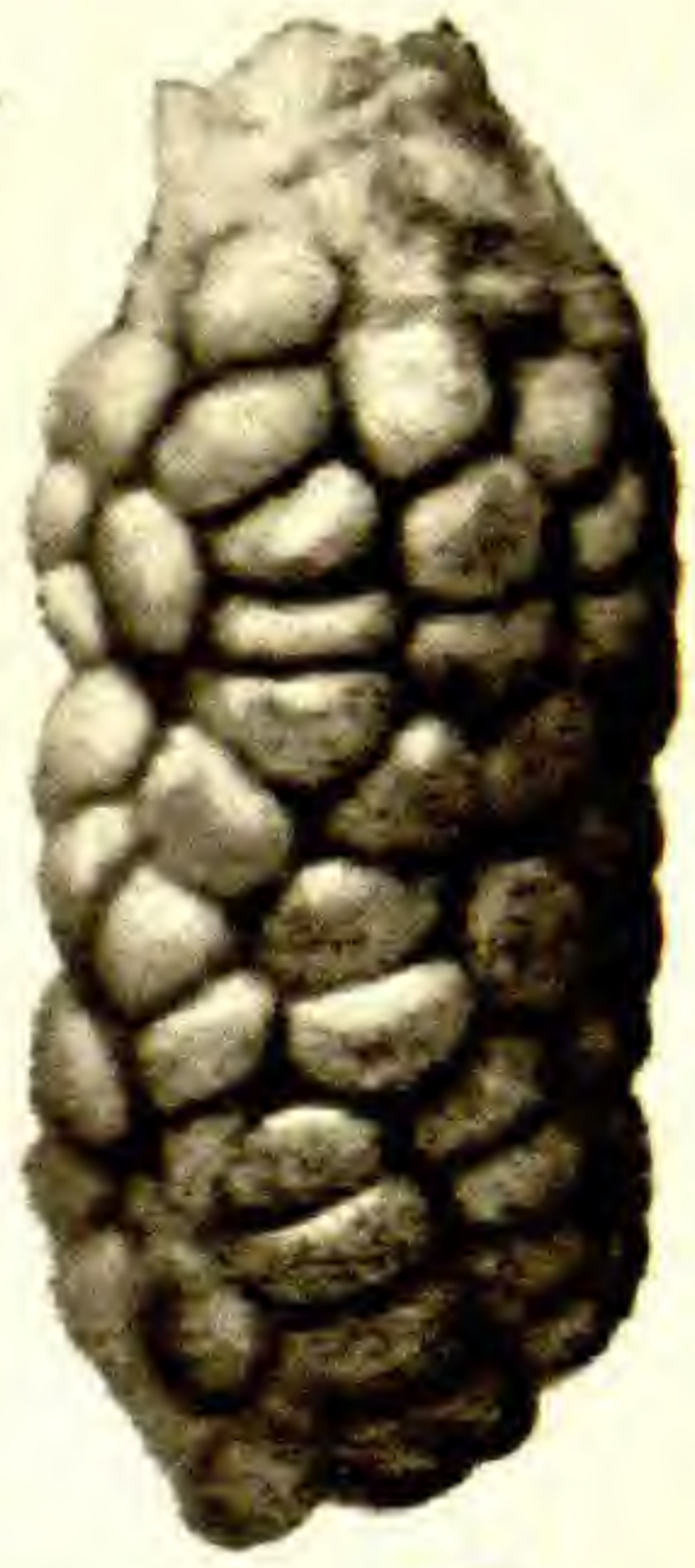
Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs. — I.


4


5


7

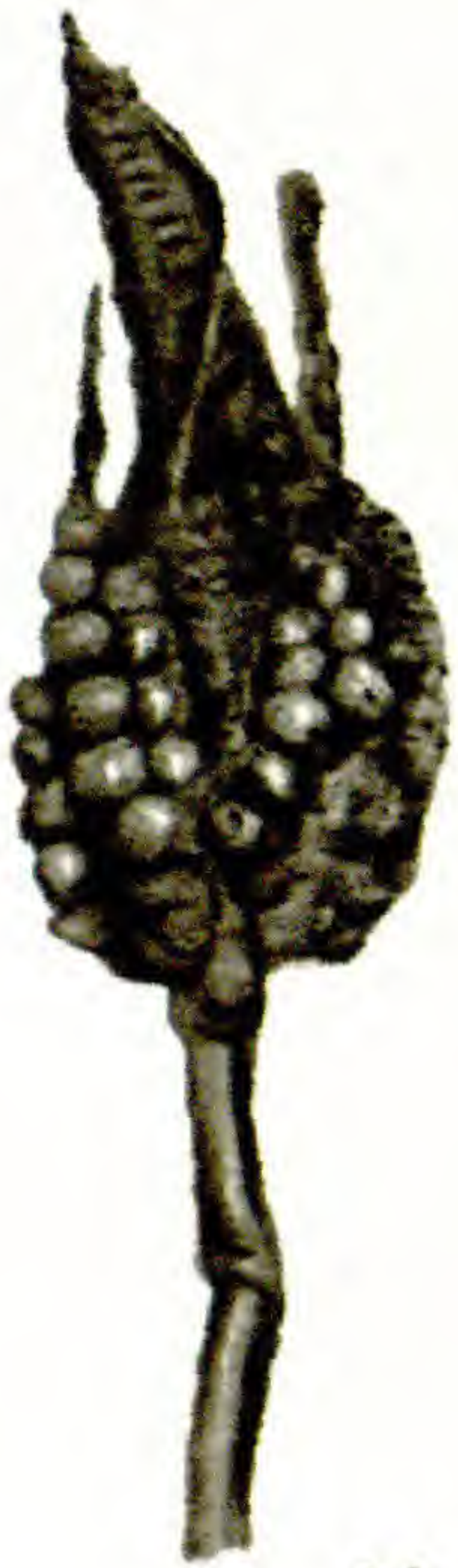

6


8

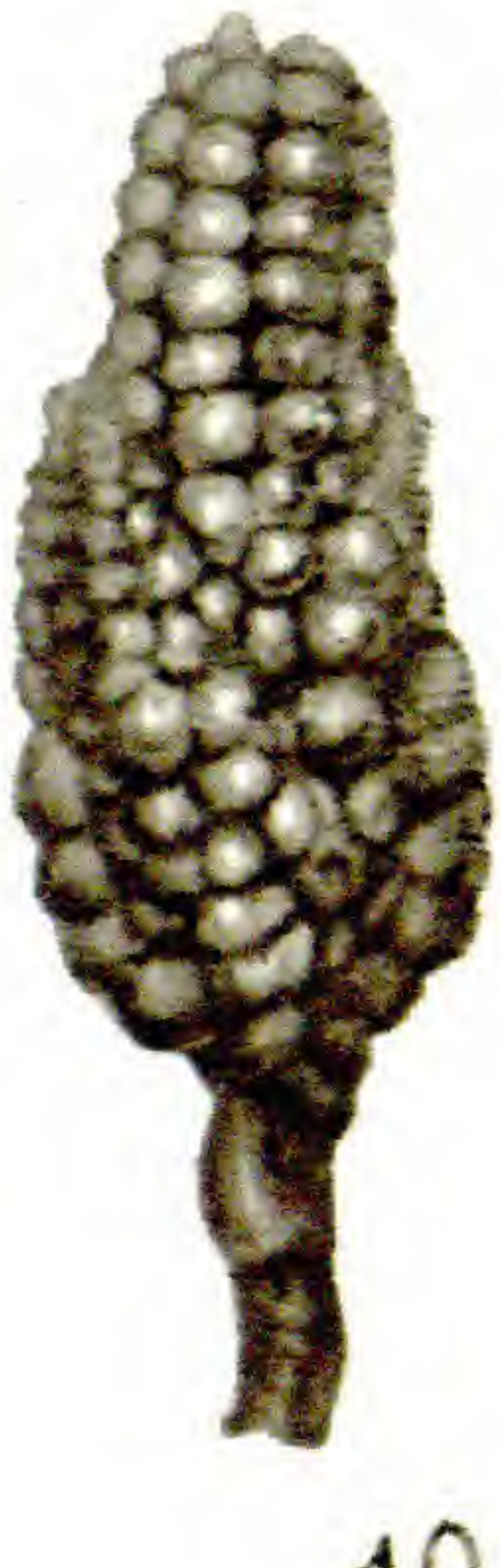
JUNGELSON Phot. BERTIN et Cie sc.

Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs. — II.

9



11



10

JUNGELSON Phot. BERTIN et Cie sc.

Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs — III.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Octobre 1917

No 346

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1917

I. — CONTRIBUTION A LA FLORE BRYOLOGIQUE DE L'ANNAM (avec quatre planches), par M. **R. Potier de la Varde** 289

II. — DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)* AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE (avec cinq figures dans le texte et douze planches) *(suite)*, par M. **Jakob Eriksson.** 305

Cette livraison renferme les quatre planches suivantes :

Planche 22. — Fissidens *et* Hyophila.
Planche 23. — Calymperes.
Planche 24. — Physcomitrium hemisphæricum.
Planche 25. — Sematophyllum Eberhardti.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA**, 82, rue de Rivoli, PARIS.

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets
d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — Physiologie - Technologie

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce.

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10× 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5^e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* $32^{cm} \times 23^{cm}$ (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29 fr.**; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (V^e).*

Les Établissements POULENC Frères

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-63

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR

ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires

PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE

Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

CONTRIBUTION
A LA FLORE BRYOLOGIQUE DE L'ANNAM

par M. R. POTIER DE LA VARDE

Les Muscinées qui font l'objet de cette notice ont été récoltées pendant le printemps de l'année 1911 par le Docteur Eberhardt, dont les recherches antérieures en Indo-Chine ont déjà valu à la science tant d'intéressantes découvertes. Expédiées de Hué vers la fin d'Avril, ces plantes ne sont arrivées en France qu'après la mort de leur destinataire, le Général Paris, décédé à Dinard le 30 de ce même mois. Réunies à l'herbier considérable que le Général a légué avec sa bibliothèque à la Faculté des Sciences de Rennes, elles n'avaient pu être examinées jusqu'à ce jour. Lorsque les hasards de la guerre m'ont amené dans un hôpital rennais, M. le professeur Lesage a bien voulu utiliser les loisirs forcés que, militairement, je ne pouvais occuper et m'a confié avec le soin de classer l'herbier bryologique Paris, l'étude des Muscinées indéterminées que contenait celui-ci. Qu'il me soit permis de lui témoigner ma gratitude et de le remercier d'avoir largement mis à ma disposition les ressources du Laboratoire de Botanique pour mener à bien cette étude.

Les récoltes du Docteur Eberhardt ont été faites sur un parcours d'environ 150 km. le long de la côte à partir de Hué et au Sud de ce point. D'une manière générale, elles mettent une fois de plus en lumière les affinités qui existent entre la flore bryologique de l'Annam et les flores indo-malaises.

Il ne faudrait cependant pas se hâter de conclure que, sans exception, toutes les nouvellés acquisitions de la flore annamite sont, soit des espèces connues déjà de l'Inde ou des Iles de la Sonde, soit des formes, décrites ici comme nouvelles, mais qui auraient leur pendant dans ces régions. Si c'est la règle pour la majorité des cas, il en est quelques-unes, comme *Weisia platyphylloides* Card., *Physcomitrium hemisphæricum*, (sp. nov.), *Leucobryum confine* Card., qui doivent vraisemblablement se ranger à côté d'autres déjà signalées telles que *Pogonatum inflexum, Isopterygium Textori,* et appartenir à un groupe plus restreint aux tendances septentrionales. Quelques cueillettes ont été faites au Mt Pointu qui culmine à 1750 m. Malheureusement les difficultés de l'ascension ont empêché l'explorateur de dépasser le niveau de 900 m. Il est à souhaiter pour la bryologie que de nouvelles recherches puissent un jour être entreprises dans cette contrée qui paraît très riche.

Je rappellerai l'habitat antérieur des espèces déjà décrites, dont la présence à ma connaissance n'a pas encore été signalée en Annam. L'envoi du Docteur Eberhardt contenait un certain nombre d'Hépatiques (*Anthoceros, Marchantia, Cyathodium*) qui seront étudiées postérieurement, les Mousses seules étant traitées dans la note présente. — Je suis heureux d'adresser ici l'expression de ma reconnaissance à M. Thériot, qui, avec la plus grande obligeance m'a prêté le concours de son expérience, pour l'examen et la discussion des formes litigieuses.

Dicranella Annamensis. (Par.) Broth.

(Microdus Par. in Rev. Bryol.)

Fructif. route mandarine de Tourane à Hué, sur pentes rocheuses (50 m. à 200 m.). N° 471.

Le péristome et l'anneau ne sont pas sensiblement différents de ceux de *D. pomiformis* (Griff.) Jægr. et sont identiques à ceux que j'ai pu voir sur l'échantillon type, bien que le Général Paris ait écrit à ce sujet dans la diagnose originale « *peristomium destructum* ».

Dicranella torrentium. Thér. et P. de la V.

(spec. nov. subgen. *Microdus* (Schimp.) Broth — sect. *Camptocarpa* Fl.)

Dioica? — *Coespites* lutescenti virescentes [sæpe propter mixtas confervas obscure virides]. *Caulis* 5-7 mm. altus, flexuosus, radiculosus, ramis subæquis divisus, vel simplex. *Folia* plus minusve homomalla, e basi lanceolata, concava in subtili, acuto, integerrima acumine sensimextenuata ; maginibus crassis inflexis integris ; costa valida, ad basim 45 μ lata, prominente, lutescente, in apice excurrente (et nunquàm antè desinente). *Cellulæ* folii ad dimidium versùs 90-150 × 10-12 μ. Perichœtium terminale. Archegonia 2-3, paraphyses filiformes, paucœ æquilongæ. Capsula ovata-cylindrica, madida sub ore paulo coarctata, in pedicello 5-8 mm. alto, rubescente ad summum dilucide badio. Operculum acute et interdum oblique rostratum longitudinem capsulæ subæquans. Peristomii *dentes* sat depressi, indivisi, profunde inserti, grosse verrucosi, rubescentes, ad apicem decolorati, passim perforati, inferioribus articulis in longum haud striatis. *Sporæ* subsphericæ triste ochraceæ granosæ, 18-24 μ late.

Mt Pointu, assez abondant dans le lit du torrent sur une petite plage sableuse ombragée par les rochers — vers 850 m. — n° 498. — Distinct de *Microdus miquelianus* par le port, les feuilles plus aiguës, les dents du péristome plus petites, sans stries à la base.

Dicranella eustegia. Besch.

Plaine sablonneuse de Chu-Maï, n^os^ 428-431. Col des Nuages, n° 444. Lang-Co, n^os^ 448-449-451. Pentes rocheuses de Lang-Co au col des Nuages, n° 454. Baïka, n° 461. Route de Tourane à Hué, 466-468-477. Hué, esplanade des sacrifices, n° 502 et 502 bis. — Cette espèce qui semble répandue dans la région de l'Annam parcourue par le Docteur Eberhardt, varie notablement quant à la taille. Les échantillons 502, 502 bis récoltés en terrain très meuble, dépassent de beaucoup, pour la longueur des tiges, la moyenne de 5 mm. indiquée par Bescherelle.

Campylopus Singaporensis. Fleisch.

Plaine de Chu-Maï parmi des touffes de *Leucobryum* (417-418 ex. p.). Comparée aux échantillons de Singapour (exsiccat. Fleisch. et récoltes de Larminat), la plante de l'Annam n'offre que des différences peu importantes, explicables par le genre de station : les feuilles sont plus étroites et moins concaves, le tissu basilaire est un peu plus serré. — Hab. antér. : Singapour.

Leucobryum aduncum. Doz et Molk.

Plaine de Chu-Maï, n° 418. Hab. antér. : Nepal, Andaman, Java, Malacca, Bornéo, Singapour.

Leucobryum subscalare. Broth.

Plaine de Chu-Maï à *Thua-Liu*, pied des arbrisseaux (nos 416-417) (Chlorocystes hypocentriques).

Leucobryum confine. Card.

Plaine de Chu-Maï (n° 422). Voisin de *L. Neilgherrense* C. M. (*L. Hollianum* D. et M.) dont il a tout à fait l'aspect, il en diffère par les chlorocystes nettement centraux et non hypercentriques, et les cellules des ailes plus allongées. La plante de l'Annam correspond parfaitement à la description et aux figures données par M. Cardot. (Mousses de Formose, p. 97). — Hab. antér. : Formose.

Leucobryum Javense. (Brid) Mitt.

Plaine de Chu-Maï, n° 420.

Leucophanes glaucescens. C. M.

Plaine de Chu-Maï (n° 417 ex part), forme à feuilles courtes et à acumen fin. — Hab. antér. : Java, Siam.

Leucophanes octoblepharoides. Brid.

Mt Pointu, entre 150 m. et 250 m., n° 484 (pro max. parte).

Octoblepharum albidum. (L) Hedw.

Plaine de Chu-Maï (418 ex part.)

Fissidens subbrachyneuron. Thér. et P. de la V.

(*sp. nov.* sect. *Reticularia* Broth.)

Fere omnibus characteribus ad staturam, formam mensurasque foliorum, præsentiam propagulorum, pertinentibus, prope *Fiss. brachyneuron. Broth et Fleisch.* disponendus. Ab illa javensi specie tamen omnino differt : 1° laxiore texto, e polygoniis parenchymaticis cellulis (30-55 μ × 15 μ) efformato. 2° sat crassis coloratis marginibus, e 2 (interdum 3) scriebus cellularum compositis.

Massif calcaire dit « les Montagnes de Marbre » entre Tourane et Fai-foo — associé à *Fiss. incertus* — et à de jeunes pousses de *Hyophila*, *Barbula*, *Riccia*, en très petite quantité mais reconnaissable à la loupe grâce à son aspect mnioide.

D'après la description de Fleischer (*Musci der Flora von Buitenzorg* p. 21), *Fiss. brachyneuron* a des cellules le plus souvent prosenchymatiques, rhombiques, mesurant 10-20 μ. La marge est très étroite et hyaline. Ces caractères différencient nettement la plante de Java de celle de l'Annam. J'ajouterai que chez cette dernière, les cellules sont en général assez pauvres en chlorophylle, tandis que *F. brachyneuron* possède de « grosse chloroplasten » (Fleisch, loc. cit.) En vieillissant, les cellules de *F. subbrachyneuron* paraissent hyalines, et les feuilles sont entourées d'une marge assez épaisse et jaunâtre. Les propagules terminaux, souvent abondants, sont euxmêmes peu colorés.

C'est le premier *Fissidens* de la section *Reticularia* dont la présence est constatée sur le *continent* asiatique.

Fissidens Zollingeri. Mont.

Pentes rocheuses en-dessus de Lang-Co. C. fr. en très petite quantité, associé à *Philonotis Mollis* (n° 478, ex parte). Hab. antér. : Ceylan, Java, île Andaman, Nouvelle-Calédonie.

Fissidens incertus. Thér. et P. de la V.

(*spec. nov.* sect. *Crenularia,* C. M.)

Dioicus ? Gregarius. *Caulis* simplex vel parce divisus, 2-4 mm. altus. *Folia* caulina 3-12 juga, e basi rotundata late lanceolata, toto ambitu minutissime serrata et immarginata præterea in perichætialibus quorum vagina (tam in lamina vera quam in apicali) 2-3 seriebus elongatarum cellularum partim circumdata est. Folia *perichætialia* majora, lamina apicali arcuatim dilatata ; Nervo pallido in apiculum brevem dissoluto. Lamina vera ultra dimidium folii producte. Lamina dorsalis paulo ante insertionem ad nervum perveniens. *Capsula* breviter ovata-pallida, in pedicello pallescente, ad basin rubescente et genuflero. 2-2^{mm}, 5 alto. *Operculum* acute rostratum. *Sporæ* viridissime 15-18 μ latæ.

Montagnes de Marbre, versant maritime, sur sables, associé à de nombreuses petites espèces. (n° 425 ex part).

Cette petite espèce est curieuse par le dimorphisme très accusé qui existe entre les feuilles caulinaires et les feuilles périchétiales. Par les premières elle appartient sans aucun doute à la section des

Crenularia. Mais la marge des secondes est aussi prononcée que celle qui existe chez certains *Semilimbidia*. Dans le groupe des *Crenularia*, on trouve, il est vrai, des espèces dont les feuilles périchétiales ont une ébauche de marge : *Fiss. punctulatus* Lac. et var. *asperillisetus* Fleisch, par exemple. Mais les cellules marginales ne sont pas aussi différenciées que celles que l'on voit dans notre plante. Le *F. incertus* paraît être très voisin (d'après la description), du *F. antrophyi* C. M. créé en 1870 pour une Mousse stérile de Sikkim. Il nous a malheureusement été impossible de faire une comparaison avec un échantillon authentique de cette espèce. Nous ne pouvons donc affirmer que les deux plantes sont bien distinctes spécifiquement. Néanmoins dans le diagnose de Muller nous relevons les caractères suivants qui, ne pouvant s'appliquer à la plante de l'Annam, doivent être considérés comme des différences : 1° Folia... anguste lanceolata. 2° Nervo in apiculo brev. excurrente. 3° Lamina vera usque ad dimidium folii producta. 4° Notons l'habitat très différent du *F. Antrophyi* qui est corticole.

Fissidens ceylonensis. Dz. et Mb.

Route mandarine : ravins ferrugineux au col. (150-200 m.) (n° 467 ex part). Pentes granitiques au-dessus de Lang-Co (n° 479). Hab. antér. : Himalaya, Mt Neilgherris, Ceylan, Sumatra, Java, Singapour.

Fissidens Cameruniæ. C. M.

Route mandarine au-dessus de la lagune de Lang-Co face aux Philippines pentes sèches (n° 460), bords des torrents de 150 à 200 m., (n° 480).

Identique au *Fissidens* de l'île *Gac-Ba* récolté en 1901, par M. de Larminat et déterminé par Brotherus. (Rev. Bryol. 1902, p. 93). — Cette espèce tient de près au *F. Zippelianus*. D'après le Général Paris (loc. cit.) il serait facile de reconnaître cette espèce en étudiant l'insertion du *lamina dorsalis*, qui, « à une distance de 2-2 fois 1/2 sa largeur se recourbe et se dirige très obliquement vers la nervure, puis, lorsqu'il en est arrivé à 0^{mm},2-0^{mm},3 se redresse et la suit parallèlement jusqu'à l'insertion. » Ce caractère ne saurait être considéré comme suffisant à lui seul. D'abord, sur la même plante le mode d'insertion du *lamina dorsalis* varie considérablement d'une feuille à l'autre suivant l'étage considéré. Il n'est pas rare de trouver un *lamina dorsalis* qui se rattache à la nervure par une courbe brusque, très loin de l'insertion. Ensuite, on trouve sur des exemplaires de *F. Zippelianus* bien typiques (Java, Nouvelle-Calédonie) certaines feuilles dont le *lamina dorsalis* atteint la nervure sous des angles très variables, bien avant l'insertion. De telles feuilles considérées isolément, sous ce seul rapport, pourraient être attribuées au *F. Cameruniæ*. Il est vrai qu'on les rencontre surtout dans les étages inférieurs, tandis que dans le *F. Cameruniæ*, les feuilles périchétiales présentent elles-mêmes ce caractère. A ce dernier, il faut encore ajouter, pour distinguer le *F. Cameruniæ* des nombreuses formes de *F. Zippelianus*, les particularités suivantes : Les feuilles *plus étroites* sont moins crispées à l'état sec, et elles s'étalent *rapidement* à l'humidité *sans former* de crochet, de sorte qu'une fronde présente l'aspect d'une petite palme raide. — Les cellules marginales font à peine saillie.

Fissidens Zippelianus. Bryol. Jav.

Pentes de la route du col des Nuages à Lang-Co (150 à 200 m.) n° 455.

Fissidens nobilis. Griff., var. *contractus*, P. de la V. (var. nov.)

A forma typica differt minoribus mensuris atque foliis paulo latioribus in apice abrupte contractis.

Mt Pointu : rives sablonneuses d'un torrent vers 500 m. (n° 490, ex part.)

Le Docteur Eberhardt avait déjà récolté, près de Hué, cette forme signalée par le Général Paris, sous le nom de *F. Nobilis*. (Rev. Bryol.) La plante de Hué, comme celle du Mt Pointu, est malheureusement complètement stérile. Dans le type les dents de la pointe sont plus ou moins parallèles à l'axe de la nervure, et sont limitées du côté externe par une ligne courbe. Dans la variété ci-dessus, les dents sont moins profondes, et plus divergentes par rapport à la même direction.

Calymperes Saïgonense. Par. et Broth.

Massif des montagnes de marbre. Parois des grottes, mêlé à un *Frullania* (n° 431).

Les recherches faites dans l'herbier Paris pour l'identification de cette récolte m'ont amené à reconnaître que l'échantillon type de *C. Saïgonense* était intimement mélangé avec un autre *Calymperes*, de même taille exiguë mais bien différent. Cette dernière espèce ne paraît pas avoir jamais été décrite ; aussi, bien qu'elle n'appartienne pas à la flore de l'Annam jusqu'à présent, je profite de l'occasion pour en donner ci-après la description.

Calymperes derelictum. Thér. et P. de la V.

Pusillum. *Caulis* 1^{mm},5-2^{mm} altus, simplex. *Folia* sicca crispata lutescentia 2^{mm},5-3^{mm} longa, 0^{mm},8-1^{mm} lata ; madida, patentia, integerrima, marginibus parce involutis, spathulata. *Nervo* sub apice evanido, dorso sublævi, proboscideo scaberulo. In eadem planta *cancellinæ* mutabiles : sive in texto chlorophylloso sensim extenuatæ, sive abruptiorem transitum offerentes, irregulariter quadrangulares. *Cellulæ marginales* (in vagina) 4-6 seriatæ, serie externa denticulata *Teniola*, lutescens, inconstans, ad basin sæpe dissoluta, supra cancellinas evanida, in lamina plus minusve lata (1-3 cellulata) usque ad 2/3-3/4 longitudinis folii producta. A nepalensi *C. Griffithii* C. M. proximo differt : statura multo minore, foliis distincte spathulatis, in lamina nequaquam angustis, nec ad basin dilatatis, marginibus minus involutis, cellulis maginalibus et superioribus majoribus.

Saïgon, arbres du jardin botanique, 4 décembre 1901, coll. asp. de marine Gaultier.

Bescherelle a défini *C. Griffithii.* C. M. comme dépourvu de téniole. Ceci n'est pas absolument exact si l'on s'en rapporte aux dessins qu'il a laissés au Muséum et qui représentent une téniole interrompue, comme celle de la plante décrite plus haut. De plus, M. Thériot, ayant eu récemment une communication d'un échantillon de *C. Griffithii*, vu par Bescherelle et conservé par l'herbier Boissier a constaté effectivement la présence d'une téniole variable.

Le *C. derelictum* peut être aussi bien rangé dans le groupe des *eurycycla* que dans celui des *stenocycla* suivant les feuilles examinées.

Calymperes Annamense. Thér. et P. de la V.

(*Spec. nov.* S. g. *Hyophylina.* C. M. Sect. *Eurycycla.* Besch).

Pusillum, sparsum. *Caulis* 2-3 mm altus simplex. *Folia* inferiora

et media oblongo-obtusa, 2mm,5 longa, 0mm,6 lato, superiora plus minusre angusta acuta, omnia marginibus planis, sæpissime integris vel interdum ad apicem et ad ventrem cellulis prominentibus serratis ; *Nervo* in apice desinente, dorso levi vel sublevi. *Cancellinæ* 10-12 seriatæ, ad basin juxtacostales sat regulariter orthogoniæ, e texto chlorophylloso distincte separatæ. Teniola ex infima basi lucide usque ad dimidium (vel paulo infra) continua. Cellulæ *marginales*, in vagina 2-3 seriate. A *C. Borgenii* C. M. proximo recedit : statura minore, costa levi, cellulis marginalibus 2-3 seriatis (pro 1-seriatis).

Mt Pointu. Sur écorce d'Asclépiadée, en très petite quantité (n° 486, ex part).

Weisia viridula. Brid.

C. fr. juven. — Route Mandarine de Tourane à Hué, vers 350 m. sur terre ferrugineuse (nos 459 et 463).

Weisia platyphylloides. Card.

Fructif. Montagnes de marbre, versant maritime (n° 432), murs en ruines de la pagode de la Maternité à Fai-foo (n° 436). — Hab. antér. : Formose, Corée, Chine.

La plante de l'Annam constitue une forme robuste à pédicelle assez allongé et pâle.

Hyophila ? Dittei. Thér. et P. de la V. *(spec. nov.)*

Dioica ? Coespitosa. *Caulis* vix 2 mm. altus. *Folia* sicca crispata madida patula, marginibus parce involutis, superiora 1mm,5-2 mm. longa, circa 0mm,7 lata, ovata, spathulata. *Costa* sat crassa, levis, sub apice evanida, vel rarius breviter excurrens, exterius arcuata, e basi ad apicem in latitudinem decrescens. *Cellulæ* basilares, rectangulares subhyalinæ, serie marginali sat distincta, cæteræ polygonæ, opacæ parce papillatæ. Flos masculus terminalis, *Antheridia* 15-20. *Paraphyses* raræ, breviores, filiformes. Folia *perigonialia* curta subito ad apicem coarctata, acuta. Cætera desiderantur.

« Montagnes de marbre », à l'intérieur des Grottes, tapissant les parois, n° 427, petites plages calcaires au milieu des dunes associé à *Bryum coronatum* (nos 423 ex part et 441 ex part).

La stérilité de cette Mousse rend sa place générique un peu

douteuse. C'est de *Hyophila Moutieri* Par. et Broth qu'elle semble se rapprocher davantage. Elle en diffère par sa taille et ses proportions réduites, les feuilles supérieures très nettement spathulées, très souvent rétrécies aiguës, les cellules basilaires généralement plus lâches, avec une série marginale plus marquée.

En étudiant *H. Moutieri,* sur l'échantillon type, et en recherchant en particulier les paraphyses des fleurs ♀, qui d'après la description du Général Paris, seraient « *ramosæ, clavatæ* » je n'ai effectivement trouvé que d'abondants propagules, polyédriques, terminant en bouquets des filaments, ramifiés et bourgeonnants.

Barbula orientalis. (Wild) Broth.

Montagnes de marbre, mêlé à une Marchantiacée (n° 429). Col des Nuages. Avec un *Anthoceros* (n° 447 ex part).

Ephemerum Asiaticum. Par. et Broth.

Quelques brins épars dans le gazon n° 425. (Montagnes de Marbre).

Nanomitrium brisbanicum. (Broth) *Broth.*

Environs de Hué, terre sablonneuse humide, associé à des Hépatiques. C'est en examinant soigneusement à la loupe le gazon *n° 507*, que j'ai découvert quatre plantules fructifères de cette espèce, qui est la seconde Ephéméracie, seulement, du continent asiatique. Les capsules un peu trop jeunes ne permettent pas de voir si elles s'ouvrent circulairement. Comparées à des échantillons de Nouvelle-Calédonie, les plantes de l'Annam montrent une nervure plus large et plus opaque. Hab. antér. : Australie, Nouvelle-Calédonie.

Physcomitrium hemisphæricum. Thér. et P. de la V. *(sp. nov.)*

Autoïcum. Coespites laxi, pallide virides. *Caulis* mollis, interdum e basi divisus, 4-7 mm. altus. *Folia* inferiora, squamiformia, enervia, superiora remota, oblongo-lanceolata, acuta, 2 mm. longa, in acumine distincte dentata, 1-2 seriebus cellularum plus minusre linearium marginata ; *nervo* in apice dissoluto sed non excurrente. Bracteæ perichætii foliis similes sed majores. *Cellulæ* basilares juxtacostales subrectangulares 85-90 × 36-40 μ, mediæ et superiores irregularites polygoniæ 25-35 × 20-25 μ, omnes mediocriter chlorophyllosæ. *Flos masculus* terminalis, in ramo laterali femineum ramum æquante vel multo minus longo et gemmam simulante. *Antheridia* pauca, minuta, in paraphysibus longioribus, clavatis, immersa. *Capsula*, in pedicello brevi 3-4 mm. alto, deciduo operculo, *hemisphærica*, collo destituta.

Cellulæ exothecii in angulis incrassatæ, exceptis tamen inferioribus et 2-4 seriebus cellularum sub ore, quæ, parietibus tenuibus, transversim dilatatæ sunt. *Operculum* rostro cylindrico. *Calyptra* in superiore parte longe fusiformis, ad basin profunde quadrilacerata, dimidiam partem capsulæ obtegens. Sporæ ferrugineæ, spinosæ 28-30 μ latæ, aculeis circa 3 μ altis.

Montagnes de marbre, au milieu des dunes, cavités calcaires (n° 431) bords des mares (nos 435-439-442).

M. Thériot avait déjà reçu cette espèce du Kouy-Tchéou (leg. Cavalerie et Esquirol).

Le *Physc. perflaccidum* Broth, qui, à première vue, ressemble à notre plante, s'en distingue par ses feuilles nettement spathulées et subentières. Le *Ph. sahapurense* C. M., a les feuilles beaucoup plus acuminées, et les spores sont très différentes.

Brachymenium coarctatum. (C. M.) Br. Jav.

Col des Nuages : 450 m. alt. (nos 445-457). Route mandarine : pentes rocheuses, 100-350 m. n° 472.

Bryum coronatum. Schwagr.

Montagnes de marbre, dans les dunes : Nos 423-426-430-441. Tourane : tronc de letchi (n° 505).

Bryum ambiguum. Dub. (*B. plumosum*. Doz et Molk).

C. fr. Lang-Co, pentes rocheuses, n° 470.

Philonotis mollis (Dz. et Mb.) V. d B. Lac.

Semble répandu entre Lang-Co et le Col des Nuages : route du Col, sur l'herbe à paillottes (n° 456 fruct.) (458 pl. ♂) pentes des torrents près de Lang-Co (462-464-465, fructif), ravins ferrugineux (467 pl. ♂, 478.) La plante mâle offre parfois des formes très petites qui simulent *Ph. heterophylla* Mitt. Ces formes sont reliées au type par de nombreux intermédiaires.

Pogonatum junghianum. Br. jav. var. *incurvum*. D. M.

Pentes de la chaîne annamitique descendant sur Lang-Co (n° 453) (stérile).

Les lamelles sont composées en général de cinq (très rarement six) séries de cellules. La cellule marginale est nettement papilleuse dans la plante de Java. Elle ne l'est que très faiblement dans celle de l'Annam. C'est la seule différence de bien peu d'importance qui existe entre les deux. Toutes les espèces du Tonkin ou de l'Annam, qui sont étiquetées *P. Junghianum* dans l'herbier Paris, se rapportent à cette variété. Le type, tel qu'il est défini dans le *Bryologia Javanica*, ne semble pas encore avoir été récolté en Indo-Chine.

Pogonatum inflexum. Lindb.

Pentes du Mt Pointu, rives d'un torrent vers 500 m. Stérile (n° 491).

Aerobryopsis subleptostigmata. Broth et Par.

Mt Pointu, sur écorces et brindilles. 200 m. alt. (n° 483) (486 ex part.) à 650 m. alt. (n° 494), à 850 m. alt. (n° 500).

Homalia exigua. v. d B. Ct Lac. (*Homaliodendron* Fleisch.).

Mt Pointu, vers 500 m. (n° 492).

Callicostella Prabakdtiana. (C. M.) v. d B. et Lac.

Fructif. Mt Pointu : rives sablonneuses d'un torrent, sous de grosses pierres vers 500 m. (n° 489). Hab. antér. Java, Bornéo.

Rhacopilum Schmidii (C. M.) Jagr.

Tapisse les murs du vieux fort, au sommet du col des Nuages (nos 443-446-504). Route mandarine au-dessus de Baïka (n° 475). Mt Pointu vers 850 m. (n° 499).

Pséudo-leskeopsis Annamensis. Par et Broth.

Mt Pointu : dans le lit d'un torrent, vers 650 m. (n° 493) ; rives sableuses entre 700 et 800 m. (n° 495); rocailles vers 850 m. (499 ex part.)

Dans la diagnose originale du Général Paris *(Rev. Bryolog. 1911, p. 56.)* on lit que les dents ou péristome externe seraient « *linea divisuriali destituti.* » Ceci ne peut être que le résultat d'une observation incomplète, la ligne divisurale, comme dans toutes les diplolépidées, existe bien, mais elle n'est pas très nette surtout dans le haut.

Thuidium trachypodon. (Milt.) Bry. jav.

Mt Pointu : vers 500 m. (n° 490 ex part.)

Taxithelium Arnottii. Thér.

Mt Pointu, vers 250 m. (n° 484 ex part.) Hab. antér. : Ind-Orient.

Taxithelium Arnottii var. *Annamense.* Thér. et P. de la V. (var. nov.)

A forma typica Indiæ orientalis differt : pedicellis aliquid longioribus (10-15 mm. pro 10-12 mm.), cellulis brevioribus. (50-60 μ pro 75 μ) et præsertim *papillis* cellularum rarioribus, minoribus atque multo minus eminentibus.

Sur écorce de liane, à 250 m. d'altitude dans la chaîne annamitique, près de Thua-Lûu. Variété remarquable par l'exiguïté des papilles du tissu, qui ne s'aperçoivent qu'à un fort grossissement.

Taxithelium isocladum. (Bry. jav.) Ren. Card.

Mt Pointu, sur écorce, (n° 486 ex part.) Hab. antér. : Siam, Bornéo, Banca et Andaï.

La plante du Mt Pointu ne se distingue des échantillons de Bornéo que par les papilles des cellules qui sont un peu plus fortes, et rendent le tissu plus obscur.

Sematophyllum Eberhardti. P. de la V. et Thér.

(Spec. nov. Sect. *Chætomitrella* (C. M.) Broth in Engl. u Prtl. p. 1123.)

Autoicum, intricatum, cortici arborum adrepens, virescenti lutescens. *Caulis* radiculosus, badius, irregulariter divisus, ramis propinquis inæqualibus, 5-10 mm. longis. *Folia* ovata-lanceolata, integra vel apice remote subdenticulata, in longa integerrimaque subula

sensim producta, 1-1^{mm},5 longa, 0^{mm},8 lata. *Cellulæ* alares vesiculosæ : 60 × 30 μ, basilares aurantiaceæ punctæ, ceteræ prosenchymaticæ 29-40 μ × 6-9 μ. Omnes et etiam in apice et in subula levissimæ. *Perichætium radiculosum*. Folia *perichætialia* dentata, serrata, subula integra vel interdum denticulata, externa truncata, lacerata. *Archegonia* 3-10 (eparaphysata ?). Folia *perigonialia* perichætialium sat similia sed minora, externa breviter acuminata; intima, ex utroque latere acuminis dentati, truncata et profunde lacerata. Antheridia (6-10), eparaphysata (?). ***Pedicellus*** ruber, 8-10 mm. altus, in crassum cycnicollum desinens, levis vel in summum cycnicolli parcissime undatus. *Exothecii* cellulæ mamillosæ, in angulis valde incrassatæ, ad collum in 2-3 seriebus amplarum pustularum congestæ et dilatatæ. *Exostomii* dentes lanceolati, fusci, dense trabeculati, marginati, ad apicem pallescentes et papillosi, intus valde lamellosi. ***Processus*** æquilongi, e membrana aurea dimidiam partem altitudinis dentium æquante, enati ; lati, valide implicati, sæpe in linea media perforati aut fissi, papillosi. *Cilia* breviora, nodulosa. *Operculum* longe rostratum. *Sporæ* ovoidæ vel subsphericæ, virescentes, leves, inæquales (9 × 6 μ et 12-15 × 9 μ in eadem capsula).

Mt Pointu, sur écorces, vers 850 m. (n° 496). Par son *inflorescence*, cette Mousse doit prendre place à côté de *S. leptocarpoides* Broth. du Siam. Elle s'en distingue par son ensemble moins robuste, ses feuilles plus courtes, plus concaves, ses cellules plus longues et plus larges, n'offrant aucune fine papille, même dans la partie supérieure.

Rhynchostegium submenadense. Thér. et P. de la V. (sp. nov.)

A *Rh. menadensi* Br. jav. simillimo differt : 1° foliis perichætii dentatis sicut in *Rh. sarcoblasto* Br. et Par. 2° paraphysibus rarioribus, brevioribus. 3° endostomio ciliis omnino destituto.

Mt Pointu, vers 850 m. sur brindille, (n° 501). Cette plante existait déjà dans l'herbier Paris, sous le nom de *Rh. sarcoblastum* B. et P. (leg. Moutier. 15, III, 1901), à côté du *R. sarcoblastum* type récolté l'année précédente. Elle s'en distingue par ses feuilles, allongées, entières, ou subdentées, ses cellules allongées, comme celles du *R. menadense*. Elle s'éloigne de ce dernier pour se rapprocher

par contre du *R. sarcoblastum*, par son péristome interne dépourvu de cils, son périchèze à feuilles dentées, pourvu de paraphyses moins abondantes et moins visibles. Une étude portant sur de nombreux échantillons fructifiés de *R. menadense*, provenant de Java, permettrait seule de se rendre compte si les caractères indiqués par le *Bry. jav.* pour le périchèze, et l'endostome de cette espèce sont bien constants. Tant que la variabilité de ces organes n'est pas démontrée, il semble opportun de distinguer, comme espèce secondaire, la plante de l'Annam et du Tonkin.

R. menadense a déjà été signalé par Bescherelle dans les différentes récoltes faites par le P. Bon au Tonkin. Grâce à l'obligeance de MM. Cardot et Mangin, j'ai pu prendre connaissance des échantillons conservés au Muséum. Tous ne paraissent pas devoir se rapporter au *R. menadense* tel qu'il est défini dans le *Bryol. jav.* Le nº 2830 y répond assez bien, il possède en effet des périchèzes aux feuilles bien entières, avec des paraphyses nombreuses et longues. Entre les protessus on voit des cils (2) mais beaucoup moins importants que ceux qui sont figurés dans le *Bry. jav.* Par contre les nºs 3642 et 3863 doivent plutôt être rangés parmi les formes que nous distinguons sous le nom de ***R. submenadense***.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 22

1. *Fissidens subrachyneuron.* Thér. et P. de la V.

a) Plante × 19.
b) c) d) Propagules × 75.
e) Tissu de la région apicale × 285.

2. *Fissidens incertus.* Thér. et P. de la V.

a) Plante × 19. *b)* capsule operculée.
c) Pointe × 560.
d) Margo du « lamina vera » d'une feuille péréchétiale.
e) Feuille péréchétiale × 37.

3. *Hyophila Dittei.* Thér. et P. de la V.

a) Feuille supérieure × 37.
b) Tissu basilaire × 165.

4. *Hyophila Moutieri.* Par et Broth.

Propagules (fragment d'un bouquet terminal) × 165.

PLANCHE 23

5. *Calymperes derelictum.* Thér. et P. de la V.

a) Plante × 6.
b) Feuille moyenne. — Type à cancellines bien tranchées.
c) — — — — se confondant avec le tissu chlorophylleux.
} t = téniole × 19.
d) Cancellines et cellules marginales (ventrales) × 165.
e) Origine de la téniole × 285.

6. *Calymperes Annamense.* Thér. et P. de la V.

a) Feuille moyenne × 37 (t = téniole).
b) c) d) Feuilles supérieures × 19.
e) Cancellines × 285.
f) Pointe d'une feuille supérieure × 285.

PLANCHE 24

7. *Physcomitrium hemisphæricum.* Thér. et P. da la V.

a) Plante × 19 [p = extrémité claviforme des paraphyses ♂].
b) Coiffe × 19.
c) Pointe × 285. *d)* Tissu marginal de l'acumen × 285.
e) Spore × 560.

PLANCHE 25

8. *Sematophyllum Eberhardti.* P. de la V. et Thér.

a) Plante grandeur naturelle.
b) Feuille × 37. *c)* Périchèze × 37
d) Périgone × 75.
e) Capsule humide × 19. *f)* Capsule sèche × 19.
g) Tissu basilaire × 285.
h) Tissu apical × 285.

(Travail fait au Laboratoire de Botanique générale
de la Faculté des Sciences de Rennes.)

DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)* AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE[1]

par M. Jakob ERIKSSON

(suite)

3. Spores de repos (oospores) du Champignon. — En 1875, en 1876 et plus tard en 1883 et en 1884, Worthington G. Smith (I, 35, II, 10, III, 39 et IV, 304) crut bien avoir trouvé les spores de repos (oospores) du Champignon dans les tissus malades de feuilles et de tubercules en putréfaction. Il vit dans ces spores la source de la réapparition de la maladie. Malheureusement, cette hypothèse ne soutint pas l'épreuve de la critique qui lui fut faite par de Bary. Celui-ci supposa qu'il s'agissait des œufs d'une autre Péronosporée du genre *Pytium*, vivant en saprophyte dans les tissus tués par le *Phytophtora*. Le même auteur avait aussi pu constater que tous les essais qu'il avait faits lui-même en vue de trouver les oospores du Champignon, avaient été en vain.

En 1882, A. S. Wilson (I, 460 ; II, 525) décrivit sous le nom de « sclérotes » de belles spores, observées dans des feuilles, des tiges et des tubercules. Cet auteur fut suivi, en 1890, par J. Smorawski (I) qui prétendit avoir trouvé les oospores du mycélium aérien du Champignon. Ces oospores furent même figurées par lui (Tabl. 1, fig. II, 14 et 15). Cependant les preuves fournies par ces deux auteurs n'ont pas paru devoir être adoptées de façon définitive.

4. Etat plasmique du Champignon. — A côté de l'idée des oospores hivernantes, Worthington Smith (IV, 292) émet, en 1884, une nouvelle hypothèse de la réapparition du *Phytophtora infestans*. Il considère qu' « il n'est pas absurde de supposer que le Champignon peut apparaître sous une forme nouvelle, jusqu'ici parfaitement inconnue mais qui sera peut-être un jour élucidée d'une façon complète. » Il pourrait vivre ou bien sous la forme de particules minimes et pulvérulentes (« inconceivably fine dust-like particles »), ou bien dans un état de liquide épais et visqueux (« mucous fluid »).

Cette supposition fut adoptée et complétée quelques années plus tard (1891) par le susdit Wilson (III, 65). Les formations qu'il avait, lui-même, en 1892, qualifiées de « sclérotes » (1), il les signale, en 1891, comme granules de « mucoplasm ». Il était arrivé à penser que ces formations pourraient en germant et sans « translocation » (c'est-à-dire sans transmission extérieure de matières contagieuses d'une surface de la plante à une autre) donner naissance au mycélium du Champignon de la Pomme de terre et occasionner ainsi des éruptions de maladie en quelque partie que ce soit de la plante. « Les spores de repos ne sont pas, suivant Wilson, de nature parasitaire mais vivent au contraire dans le sol ou sur des milieux morts. C'est donc le contact du mucoplasm, exsudé du mycélium qui produit le parasitisme sur le pied de Pomme de terre. Les tubercules portent, surtout aux yeux, des grains de mucoplasm grâce auxquels les éléments généraux du parasite sont transmis d'une race à l'autre, d'une saison à l'autre et d'une contrée à l'autre, sans contamination extérieure » (2).

5. Mycélium hivernant dans le tubercule malade qu'il couvre de fructifications; de là l'infection du feuillage s'accomplissant au moyen de conidies. — En 1898, L. Hecke (I, 130) apporte des modifications dans l'hypothèse de de Bary. Celui-ci avait considéré que le mycélium, ayant hiverné dans le tubercule, peut croître en suivant le développement de la plante qui conserve cependant, à l'extérieur, l'aspect d'un pied sain. C'est sur les feuilles que le mycélium donne enfin ses fructifications. Suivant Hecke, cette idée ne s'accorde pas bien avec la vraie nature de ce Champignon. On sait que toutes les parties de la plante sont également susceptibles d'être envahies par le *Phytophtora,* que celui-ci en amène sous peu la destruction complète et enfin que le Champignon n'apparaît jamais dans les champs de Pomme de terre avant que les pieds aient atteint l'optimum de croissance, condition qui est réalisée pendant les mois de juillet à septembre.

---

(1) En 1883, G. Murray & W. Flight (I) avaient affirmé que ces formations n'étaient que des amas de cristaux d'oxalate de chaux. Pour ce qui concerne les corpuscules décrits et figurés par Wilson (II, 460; fig. 74 et 75), corpuscules issus de jeunes pousses qui avaient été couvertes d'une couche de terre, cette explication est sans doute vraie. Il en est autrement des figures 76 et 77 et du texte qui y a rapport.

(2) En 1899, j'ai émis, moi-même, l'hypothèse d'un germe de maladie vivant d'une vie latente, sous la forme de plasma, dans le pied de Pomme de terre (Eriksson, 66-67).

Et puis, l'hypothèse de de Bary n'avais jamais été confirmée ni par les cultures expérimentales d'autres investigateurs, ni par les essais faits par Hecke lui-même. La seule chose sûre était que la formation des conidies *pouvait* s'effectuer dans la terre même sur un tubercule malade. Cette considération amena Hecke à émettre l'hypothèse que l'infection pourrait s'accomplir au moyen de ces conidies transportées d'une manière ou d'une autre (par l'intermédiaire d'insectes par exemple) à la surface du sol. Par un temps humide elles devaient ensuite donner lieu à une éruption de maladie subite. Cependant Hecke ne donne pas de preuves de cette transmission des conidies de la terre aux feuilles des pieds. Il dit au contraire qu'il sera « encore beaucoup plus difficile » d'alléguer les preuves péremptoires de cette nouvelle considération modifiée que de démontrer l'hypothèse originale de de Bary. Il est évident que l'idée de Hecke ne donne pas d'éclaircissement sur l'éruption tardive de la maladie, en plein champ, pendant les mois d'automne.

6. Mycélium latent pénétrant la plante entière. — Une nouvelle modification fut encore apportée à la même hypothèse de de Bary par G. Masser (I, 110) qui, il y a dix ans, admit l'existence d'un mycélium latent dans l'intérieur du pied tout entier et même dans celui qui conserve, à l'extérieur, l'aspect d'un pied sain. Ce mycélium pourrait rester stérile durant une période plus ou moins longue, de juillet à septembre, suivant les conditions météorologiques différentes. Il faudrait donc supposer que le mycélium pourrait vivre d'une vie latente non seulement pendant l'hiver (d'octobre à avril), mais encore pendant la période qui s'écoule de la plantation des tubercules à l'époque où le feuillage aura atteint sa croissance maxima (de mai à août), c'est-à-dire somme toute environ 10 mois. Certaines années, où la maladie n'apparaît point, l'état latent du mycélium pourrait durer toute une année.

B

NOUVELLES INVESTIGATIONS APPROFONDIES

A partir du debut de ce siècle, l'étude du développement du Mildiou de la Pomme de terre entre dans une nouvelle phase. Durant près de 50 ans, on s'était efforcé *d'explorer* cette maladie, mais sans réussir à en fixer le cycle complet de développement. C'est pourquoi on a organisé, en plusieurs endroits, de nouvelles recherches étendues pour combler, autant que possible, les lacunes existantes et gagner, par suite, un meilleur point de départ de la lutte poursuivie contre cette maladie.

Citons en première ligne les essais de C. P. Clinton au Connecticut (1904-1910), de L. R. Jones, B. F. Lutman et N. J. Giddings à Madison (1904-1912), de G. H. Pethybridge et P. A. Murphy à Dublin (1911-1913) et de L. E. Melhus à Washington (1913-1915).

RECHERCHES DE CLINTON

(1904-1910)

Dans un rapport, paru en 1904, Clinton (I) expose l'état d'alors de la question et résume ensuite l'ensemble de ses essais expérimentaux (I, 369) ayant pour but la recherche des moyens les meilleurs pour combattre la maladie de la Pomme de terre à l'aide de pulvérisations. Ces essais méthodiques avaient été poursuivis pendant les années 1902 à 1904. En 1905, le même auteur (II) publie les résultats des recherches qu'il avait commencées en 1904 pour déterminer le cycle de développement de ce Champignon. Les essais de la première année avaient en vue la solution de certains détails : 1° Comment s'accomplit l'infection primaire automnale du feuillage de la Pomme de terre ? — 2° Quel est, dans le sol, le développement du Champignon, si tant est qu'il y existe vraiment ? — 3° A l'aide de quels organes le Champignon persiste-t-il d'une année à l'autre ?

Pour trouver des réponses à ces questions, Clinton prit les mesures suivantes : La première apparition de la maladie, en divers champs de Pomme de terre, fut l'objet d'observations minutieuses ; des pieds et des tubercules, tant sains que malades, furent examinés scrupuleusement dans toutes les phases du développement; des essais expérimentaux d'inoculation en serre et des cultures artificielles du Champignon furent établies et poursuivies d'une année à l'autre.

Quant à l'époque où a lieu l'infection primaire du feuillage de la Pomme de terre, il fut constaté qu'au Connecticut, la maladie n'a jamais été observée avant la première semaine de juillet et le plus souvent pas avant la mi-août, cela étant variable avec les années.

Afin d'obtenir des pieds malades, contaminés par infection primaire — pour prendre le mot au sens de de Bary — Clinton institua des cultures expérimentales en serre. Des tubercules contenant le mycélium du Champignon furent mis à germer. Souvent les plus gravement envahis entre eux ne germaient point. D'autres, au contraire, qui n'étaient que légèrement atteints par le mycélium produisaient des pieds quelquefois plus faibles qu'à l'ordinaire, mais ne portant jamais aucune trace de Champignon.

L'absence de la maladie serait-elle la conséquence de la culture en serre ? Afin de trouver réponse à cette question, Clinton institua, au printemps 1905, des essais étendus en plein air. Une trentaine des cultivateurs de Pomme de terre du pays qui, l'année précédente, avaient souffert beaucoup des maladies de cette plante, lui fournirent les matériaux. Des tubercules malades, issus de leurs cultures importées, furent mis à germer en plein champ, disposés à double rang; ceux de ces tubercules qui ne montraient que peu de traces d'autres altérations (comme la gale, le *Rhizoctonia*, le *Fusarium)* occupant l'un des rangs, ceux, au contraire, où le *Phytophtora* coexistait avec d'autres maladies, l'autre. Les tubercules du premier rang furent traités au formol pour la destruction des matières contagieuses qui pourraient se trouver sur eux, ceux de l'autre, au contraire, furent plantés sans traitement préalable. Les premières traces de la maladie furent observées sur un pied de la ligne traitée au formol. Les essais ne montraient pas, toutefois, une très sensible différence entre les pieds de ces deux rangs et ceux du reste de la culture. Il s'ensuit qu'il n'y a point lieu de parler d'une « atteinte primaire » des pieds des lignes en question comme source de l'invasion de cette culture. *Les expériences ne parlaient pas en faveur d'un mycélium dans l'intérieur du tubercule, s'étendant en remontant vers le haut des pieds.*

Pour élucider d'une façon plus complète *l'infection primaire du feuillage,* Clinton (III) suivit en 1905, — année à été sec et à éruption de maladie tardive — à plusieurs reprises, la marche de la maladie dans une quantité de cultures de Pommes de terre à New Haven. Dans un champ isolé, il trouva, le 11 août, les premières traces de la maladie sur deux pieds voisins. Une douzaine des feuilles étaient atteintes et chaque foliole portait une tache unique. Sur la tige, aucune trace de maladie n'était à découvrir. Dans un autre champ, souvent examiné et n'ayant pas porté de Pommes de terre avant cette année-là, les premières traces du Champignon furent observées, le 12 août, sur un pied à 10 folioles dont chacune portait une seule tache. Deux de ces folioles étaient au contact du sol et plus de la moitié d'entre elles étaient terreuses, à la face inférieure. Dans un troisième champ, lui aussi examiné à maintes reprises, une tache de maladie fut observée, le 16 août, sur l'une des feuilles d'un pied. Cette feuille était loin de la terre mais couverte, à la face inférieure, de grains de poussière. Vers la même époque, des taches de maladie apparurent, dans une autre partie du même champ, sur un pied dont les feuilles malades étaient au contact de la terre. Jamais, la tige de ces pieds envahis ne montrait de traces de maladie. Dans les environs, les champs étaient en ce moment-là parfaitement indemnes. Ce ne fut que le 22 août que l'altération eut gagné toutes les cultures de Pomme de terre (1).

Ces observations amenèrent Clinton à penser *que les feuilles* et non pas la tige *sont atteintes les premières et que la maladie s'y est transmise,* en juillet ou en août, *par simple contact des feuilles les plus basses avec le sol,* mais seulement quand à ce moment le temps est humide. Selon toute vraisemblance, ce n'est que vers cette époque de l'été que les spores qui se trouvent dans le sol sont aptes à occasionner une infection. Voilà, suivant Clinton, le mode ordinaire de l'infection primaire des cultures de Pomme de terre.

Quant aux *infections secondaires,* qui tirent leur origine des taches primaires, les principaux facteurs qui agissent sur l'intensité et l'extension rapide de celles-ci sont, d'après Clinton, les conditions météorologiques de la saison, en première ligne l'humidité et la température. La sécheresse, le grand vent et une température basse épuisent et tuent les conidies (ou zoospores) et entravent la propagation de la maladie. Clinton n'admet la transmission du Champignon par le vent qu'à une distance peu considérable. D'un autre côté, il considère que les insectes ont une influence marquée sur la dispersion de germes contagieux dans les champs de Pomme de terre.

---

(1) En 1906, année dont les mois de juin et de juillet furent très humides au Connecticut, la maladie apparut, suivant Clinton (III, 309), dès le 23 juillet. Toutefois, la gravité de la maladie s'atténua, grâce à la sécheresse des mois d'août et de septembre de cette année.

Dans les *inoculations artificielles*, où le parasite avait été placé à la face supérieure des feuilles, le premier indice d'infection réussie avait été obtenu au bout de trois jours. Autour du point inoculé, les tissus foliaires avaient pris, dès lors, une teinte sombre ; cinq jours plus tard, le mycélium était sorti par les stomates, et les conidies (ou zoospores) avaient commencé à se détacher. Les inoculations de tubercules avaient eu moins de succès ; si elles avaient été tentées sur une partie indemne (sans blessure), elles avaient échoué presque complètement.

Les premières *cultures pures* du Mildiou — sans compter celles signalées par O. Brefeld (I, 10) en 1883 — furent réalisées en 1900 et en 1903 par L. Matruchot et M. Molliard (I et II). Puis, le *Phytophtora infestans* fut cultivé artificiellement, en 1904, par Clinton, qui n'était pas alors au fait des cultures des deux auteurs français. Ces derniers en avaient obtenu la culture sur des milieux vivants, stérilisés. Cependant, ils n'avaient pas observé la production de spores. Les cultures pures réalisées par Clinton, en 1904 et en 1905, réussirent mieux, mais le Champignon ne donna pas ses fructifications. Une seule fois, on observa certains corpuscules gonflés, rappelant des oospores jeunes. Malgré ces résultats négatifs, Clinton admit l'existence de la phase d'oospores du Champignon. Pour motiver cette opinion, il renvoya à des essais bien réussis faits avec un Champignon très voisin, le *Phytophtora Phaseoli* sur le *Phaseolus lunatus*.

Dès lors, Clinton émit encore une autre hypothèse, à côté de la théorie mycélienne que nous venons de signaler. Les cultures pures furent pour lui le point de départ de cette nouvelle conception, grâce à laquelle le cycle du développement du *Phytophtora* serait fermé. Il pensait qu'il y a pour le Champignon de la Pomme de terre deux mycéliums à différences sexuelles et que la coexistance de ces deux formes dans la même culture est indispensable à la production d'oospores. Cette hypothèse fut traitée en détail dans le rapport de 1908 (V, 898). Pour décider expérimentalement si elle était justifiée, Clinton institua une série de cultures artificielles en divers milieux nutritifs : bouillons de haricot rendus solides par l'addition d'agar-agar, de grains et de Pomme de terre. Dans les tubes l'inoculation eut en général lieu soit au fond du tube avec la même espèce de matière contagieuse, soit 1/2 à 1 pouce plus haut à l'aide de spores provenant d'une autre origine. Sur des vases de Pétri, cet auteur réalisa 3 à 4 cultures différentes. Le parasite, dont il se servit pour l'inoculation, provenait de cinq des États de l'Amérique du Nord. Certes, les cultures spéciales montrèrent une certaine différence au point de vue de la vitalité. Toutefois, on n'observa jamais de production d'oospores. Ces expériences amenèrent chez Clinton de vifs doutes sur la valeur générale de la supposition des mycéliums bisexués.

De nouvelles cultures artificielles, établies en 1909 et en 1910, permirent à Clinton (V) d'apporter des perfectionnements à l'hypothèse des oogones. A la suite d'un examen scrupuleux de races de Champignons de diverse origine sur bon nombre de milieux nutritifs artificiels (75 combinaisons différentes et plus de 1200 cultures), il trouva que la production d'oogones et d'oospores se réalise le plus facilement sur un bouillon d'avoine gélosé. Sur ce milieu, il obtint dans maintes cultures et des oogones et des oospores. Souvent, ces formations n'atteignirent pas un développement complet, mais il arriva aussi qu'elles parvinrent à leur maturité (« perfectly mature »). Le fait que la formation d'oogones n'a pas toujours lieu doit dépendre, selon Clinton, de ce que l'organe mâle (l'anthéridie) est, chez le Champignon de la Pomme de terre, essentiellement réduit ou même n'existe pas du tout. La culture pure combinée du *Phytophtora infestans* et d'un Champignon très voisin, tel que le *Phytophtora Phaseoli*, dont les anthéridies se développent d'une façon normale — c'est-à-dire un croisement de ces deux espèces — favorise la production d'oogones du Champignon de la Pomme de terre.

Ces diverses considérations ont amené Clinton (V, 773) à penser que le *Phytophtora infestans* aurait perdu, dans la plus grande majorité des cas, la faculté de reproduction sexuée. Ce n'est que dans les cultures artificielles, sur un bouillon d'avoine gélosé, qu'il a observé une « stimulation » de la reproduction d'oogones. L'efficacité en doit dépendre surtout de l'origine spéciale de la race de Champignon qu'on cultive. Autant que nous le savons, la production d'oogones et d'oospores n'a pas lieu dans la nature, ce qui tient certainement au fait que la perpétuation de la Pomme de terre se fait toujours d'une manière négative, la formation de graines et de fruits ayant perdu presque entièrement leur importance dans l'économie de la plante. Il est à présumer qu'il en est de même pour *la reproduction sexuée du Champignon* parasitant cette plante ; elle *s'est successivement éteinte* sous l'action de la forte réduction des anthéridies *et le Champignon est renvoyé à se reproduire d'une année à l'autre camme mycélium végétatif au-dedans du tubercule.*

Cette opinion définitive de l'investigateur est fondée sur de longues et de pénibles études et recherches. Toutefois, cet auteur est trop catégorique, me semble-t-il, en disant qu'un mycélium vivace, persistant dans le tubercule et croissant en suivant le développement de la plante, est la vraie source de l'apparition de la maladie dans la végétation de la Pomme de terre. Nous en parlons plus loin. Je veux attirer en outre l'attention sur le fait que la perte prétendue de la reproduction sexuée du Champignon n'est point à considérer comme une propriété acquise par lui durant et par suite de sa coexistence avec le pied de Pomme de terre. La vérité est qu'à sa première apparition même, dans les cultures européennes et américaines, le Champignon a été doué de cette qualité à en juger par les rapports presque unanimes des investigateurs des premières dix années qui suivirent l'année de la grande invasion (1845).

Il est incontestable que les résultats obtenus par Clinton sont d'un grand intérêt au point de vue scientifique, puisqu'ils contribuent à éclaircir la nature du Champignon de la Pomme de terre. Mais, après tout, les suppositions requises pour permettre la productivité élevée — et surtout le milieu nutritif : bouillon d'avoine gélosé — ne sont pas, dans la nature, à la disposition du Champignon ; ajoutez que la formation d'oospores dans l'intérieur du tubercule ou dans le sol n'a jamais été constatée, et il faudra avouer que *les résultats de ces cultures artificielles n'élucident en aucune manière d'une façon omplète la question de l'hivernation.*

2. RECHERCHES DE JONES, LUTMAN ET GIDDINGS.
(1904-1912)

A la station expérimentale de Burlington (Vermont), on établit, en 1904, de nouvelles recherches étendues pour étudier le parasitisme et le cycle d'évolution du Champignon de la Pomme de terre. En organisant cette investigation on a surtout tenu compte de certains facteurs importants, c'est-à-dire l'aptitude du parasite à développer des oospores, la résistance inégale des diverses variétés de Pommes de terre contre le Champignon et en dernier lieu la nature de cette prédisposition particulière à chaque variété. L'ensemble de toutes ces études, poursuivies pendant les années 1904 à 1912 par L. R. Jones, B. F. Lutman et N. J. Giddings (I), a été résumé dans un rapport publié en 1912.

Les premières *cultures pures* du Champignon, tentées en 1904 en milieux différents, furent répétées ensuite tous les ans. D'abord, on les réalisa sur des tranches de Pomme de terre vivante. Sur ce milieu, W. M. Gambell obtint, pendant la première année même, certaines *formations à parois épaisses rappellant des oospores*. De telles formations furent encore observées dans les cultures des trois années suivantes, tant sur des tranches de Pomme de terre vivante et autres milieux vivants que sur les milieux morts et même purement artificiels. Pendant longtemps, tous les efforts de stimuler le développement de ces éléments furent inutiles. En 1908 enfin, on eut plus de succès en faisant des cultures pures sur un bouillon de Pomme de terre gélatiné. Sur ce milieu, le mycélium se développait d'une manière normale. Il est toujours vrai que la production de conidies se montrait essentiellement réduite dans toutes les couches des cultures. D'un autre côté, on pouvait distinguer, dans les couches les plus basses de l'agar-agar, des ponctuations perceptibles à l'œil nu, mais prenant, sous le microscope, l'aspect de corpuscules à parois épaisses. Ces éléments rappelaient des spores et ressemblaient d'ailleurs parfaitement aux formations qu'on avait trouvées, plus tôt, sur les tranches de Pomme de terre. Dès lors, le développement et la nature de ces formations firent, pendant plusieurs années, l'objet d'études très détaillées. Après avoir, très doucement, retiré le mycélium de la gélatine, qui avait été liquéfiée dans une solution d'hydrate de potassium (5 °/₀), les auteurs purent suivre le développement continué de ces éléments, ressemblant aux oospores. Il paraît, tout de même, que les formations en question n'ont jamais acquis un développement considérable, d'autant moins atteint leur maturité.

Toutefois, la découverte de ces formations — même si elles n'atteignaient jamais qu'un développement incomplet — engagea Jones et ses collaborateurs à apporter tous leurs *soins à l'obtention de spores mûres*. Dans ce but on s'est servi en partie d'un bouillon de Pomme de terre gélatiné, en partie d'un bouillon de haricot gélosé comme milieu nutritif. Sur gélatine, on voyait quelquefois apparaître, au bout d'environ deux semaines, des éléments à parois épaisses, parsemés de papilles et ayant l'aspect d'oospores. Ces formations ne pouvaient, tout de même, être considérées comme normales. Leurs dimensions étaient assez variables : elles mesuraient 20 à 50 μ de diamètre. Dans la grande majorité des cas, elles se détachaient très facilement du support et apparaissaient tantôt isolées, tantôt associées en amas. Sur milieux gélatinés, ces éléments atteignaient un développement plus complet que sur tranches de Pomme de terre vivante. Sur ces dernières, le développement végétatif du mycélium et des conidies était très abondant, la production d'oospores, au contraire, peu considérable. Sur milieux gélatinés, la production d'oospores ne commençait cependant qu'à une époque où les pieds de Pomme de terre étaient déjà arrivés à l'état adulte.

Les éléments avaient, surtout dans leurs phases plus jeunes, l'apparence d'oogones. Toujours est-il vrai que les efforts pour trouver des anthéridies ou des formations analogues furent inutiles. Voilà pourquoi on a tenté des cultures combinées de différentes races du Champignon, dans l'attente de pouvoir ainsi fermer le cycle de développement du parasite. Pour cela, on s'est servi de 9 races de différentes espèces provenant des Etats-Unis et de l'Europe. Les cultures furent réalisées, en 36 combinaisons, sur un bouillon de Pomme de terre gélatiné. De chaque combinaison il y avait 4 cultures, 2 plus profondes et 2 à la surface même du substratum. Ces cultures furent répétées à 4 époques différentes ; elles donnèrent toutes des résultats peu satisfaisants. Les cultures combinées ne se distinguaient pas des autres, ni par le développement, ni par le nombre des éléments à aspect d'oogones. Les expériences faites pour découvrir des oogones sur tranches de Pomme de terre vivante eurent encore moins de succès. Les quelques-unes qu'on trouvait, menues, de parois très minces, n'étaient évidemment pas parvenues à leur maturité.

Jones et ses collaborateurs (I, 67) trouvaient que *ces expériences étaient insuffisantes pour démontrer* d'une façon certaine *l'hypothèse que le* Phytophtora infestans *développe régulièrement des spores de repos dans les tissus des tubercules de Pomme de terre.*

Pour décider expérimentalement si la supposition d'une production d'oogones en feuilles pourrissantes était justifiée, de telles feuilles très gravement atteintes furent placées sous une cloche de verre, tapissée de papier buvard. En les examinant, deux semaines plus tard, on trouva de nombreuses spores qui, ressemblant essentiellement à celles décrites par les auteurs précédents, rappelaient les éléments trouvés en cultures pures sur milieux gélatinés. A cause de l'impureté des cultures, on ne pouvait pourtant juger de l'origine et de la nature de ces spores, dont on n'avait non plus observé la germination. On supposait qu'il s'agissait des œufs d'une espèce du genre *Pythium.*

Quant à *la résistance inégale des diverses variétés de Pomme de terre contre le mal,* des recherches très complètes et détaillées donnèrent les résultats suivants : Une prédisposition particulière à chaque variété existe en effet, tant pour le feuillage que pour le tubercule. Il ne suffit pas de dire qu'elle est la conséquence d'une diversité des tissus superficiels de ces organes. Au contraire, elle dépend, paraît-il, de certains facteurs latents, existant dans l'intérieur de la feuille et du tubercule. Dans ce dernier, cette qualité, dont paraît jouir le tubercule entier, *semble inhérente au protoplasma des cellules vivantes* (« so intimately associated with the living protoplasm as to be inseparable from ») (Jones, I, 84).

Pour ce qui concerne l'hivernation du Champignon par l'intermédiaire d'oospores, les auteurs résument, eux-mêmes, (I, 86) l'ensemble de leurs expériences faites pendant les années de 1904 à 1912. Ils en disent ce qui suit : « Des cultures pures sur un bouillon de Pomme de terre gélatiné et aussi dans un bouillon de haricot gélosé produisent des éléments qui ont le caractère de spores durables à parois épaisses, parsemées de papilles. Encore jeunes, ces formations ont l'aspect général et les caractères cytologiques des oogones ; les anthéridies ne se développent pas ; évidemment les formations sont nées asexuellement. C'est en vain qu'on cherche à en trouver les stades mûrs dans des cultures réalisées sur tranches de Pomme de terre vivante. Des tubercules en putréfaction, gravement atteints par le *Phytophtora*, ne montrent pas de tels éléments. Un examen de feuilles, tuées par le Champignon, permit, tout de même, d'en constater l'existence. Quelques-unes de ces formations sont évidemment issues de saprophytes secondaires, et probablement la source en est toujours la même. Par conséquent, *la théorie des spores durables existant dans la nature n'est guère justifiée*, quand bien même les cultures artificielles montrent que le Champignon est apte à en développer. On n'a jamais vu germer ces corpuscules. »

3. Recherches de Pethybrige et Murphy

(1911-1913)

En 1911, G. H. Pethybridge (I), à Dublin, fit paraître la première publication de ses recherches très étendues sur le *Phytophtora infestans*. Il y traite surtout la question suivante : La théorie de Masser (I) d'un mycélium vivace, persistant dix mois dans le tubercule et dans les pousses qui s'en développent, est-elle justifiée ou non ? Soutient-elle l'épreuve d'un examen microscopique de ces organes, aux diverses saisons ? Les expériences permirent à Pethybridge de constater dans le tubercule, pendant l'hiver, certains signes frappants de la vitalité du mycélium du Champignon. Le tubercule ayant commencé à germer, le mycélium émigre vers des régions encore saines dont il pénètre les tissus avec plus ou moins d'énergie, suivant les conditions météorologiques.

Sous de telles conditions, on ne peut guère supposer qu'après la plantation du tubercule, au mois de mai, dans un sol humide et chaud, le mycélium qui hospitalise ce tubercule soit entré dans un état de repos. Certains faits parlent aussi contre cette longue latence du mycélium. Les voici : Le mal ne débute pas par le bas du pied pour s'étendre en remontant vers les feuilles. Au contraire, le Champignon commence, dans la nature, presque sans exception par apparaître sur les limbes des feuilles. Les parties supérieures des tiges n'en montrent que des traces rares et clairsemées. Pour parvenir aux feuilles les plus élevées, le mycélium issu du tubercule, au cœur de l'été, doit passer par la tige. Comment est-il possible, demande Pethybridge, qu'une telle chose puisse se faire sans que la tige soit altérée d'une manière ou d'une autre. Ajoutez qu'il arrive souvent que des tubercules malades donnent naissance à une récolte saine.

Les imperfections des essais faits jusque-là pour éclaircir la question de l'origine du mal, amenèrent Pethybridge (I, 19) à instituer, le 11 février 1910, une série d'essais qui furent poursuivis jusqu'au 11 juillet de la même année. Ces essais se firent avec 12 tubercules de la variété Champion, dont 6 malades et 6 indemnes. Chaque tubercule fut coupé en deux, et les portions furent empotées une à une. De ces 24 pots, 12 avaient été stérilisés, tandis que les autres n'avaient subi aucun traitement. De ces pots stérilisés 6 — dont 3 à tubercules malades et 3 à tubercules sains — furent placés dans une serre. Les 18 autres pots furent mis dans une maison froide. Le 27 avril la première trace du *Phytophtora* apparut sur le feuillage d'un pied de la maison froide, ce pied provenant d'un tubercule sain. Quelques jours plus tard, des taches analogues se présentèrent sur un grand nombre de pieds, dont 7 étaient issus de tubercules sains et 4 de tubercules malades. Après l'éloignement de tous les pieds malades, il n'y avait plus, le 9 mai, que 2 pieds, dont l'un était d'origine saine et l'autre d'origine malade. Laissés du 9 mai jusqu'au 14 juin dans la maison froide, ces pots restaient toujours indemnes. Depuis cette date jusqu'au dernier jour des essais — le 11 juillet — les 2 pots se trouvaient dans la serre où ils se maintenaient toujours parfaitement sains.

Des résultats de ces essais, Pethybridge tire la conclusion suivante : « *Des tubercules atteints par le* Phytophtora infestans *donnent naissance à des pieds sains. La transmission de la maladie d'une année à l'autre par un mycélium qui persiste l'hiver dans l'intérieur d'un tubercule à aspect sain* pour se développer pendant l'été et sous l'action de conditions météorologiques favorables, *est une théorie sans aucun fondement réel.*

Il me semble que cette conclusion est trop catégorique et trop généralisée. Il est toujours incontestable que des pieds indemnes *peuvent* provenir de tubercules malades pourvu que certaines conditions météorologiques et culturales, facilitant la suppression du germe interne de maladie, soient réalisées. Il arrive même que dans une région ou dans tout un pays, la maladie a disparu pendant une année entière pour n'y reparaître que l'année suivante. Ainsi Clinton (VI, 754) fait savoir qu'au Connecticut trois années (1902-1904), pendant lesquelles la maladie avait pris un caractère de gravité, furent suivies par d'autres où les ravages du Champignon dans les champs de Pomme de terre étaient très peu considérables. Il en fut ainsi surtout pour les années très sèches de 1907-1909.

J'ai pu constater, moi-même, en 1911, l'absence presque entière de cette maladie non seulement aux environs de Stockholm, mais dans le pays tout entier. Dans un seul jardinet, près de Kristianstad, on découvrit, le 7 septembre, des traces peu abondantes d'une invasion primaire du Champignon. Pendant cet automne exceptionnel, les cultures de Pommes de terre de la Suède montraient un feuillage qui se fanait de façon normale à l'époque même où les tubercules étaient arrivés à leur maturité (1).

L'opinion régnante sur le cycle de développement et la transmission du Champignon pourrait faire espérer que la maladie aurait, dans la suite des années, disparu de ces régions pour n'y plus apparaître, à moins qu'elle ne fut introduite à l'aide de nouveaux tubercules importés d'un lieu malade quelconque. Il n'en fut pas ainsi. En 1912, la maladie commença à se manifester beaucoup plus tôt que d'habitude. Le premier cas en fut signalé, le 2 juin même, dans un jardin d'Ostrogothie où le feuillage des Pommes de terre montrait dès lors les taches primaires de la maladie. Deux semaines plus tard, le 18 juillet, la maladie fut constatée aux environs de Malmoe (Scanie). Cette éruption précoce, arrivant 2 à 3 semaines plus tôt qu'à l'ordinaire, fit craindre que la maladie ne prît, pendant cette année, un caractère sérieux. D'abord, ces appréhensions semblaient exagérées. En bien des endroits, aux environs de Stockholm par exemple, les feuilles de Pommes de terre se maintenaient indemnes pendant le mois d'août et assez avant dans le mois de septembre, et cela malgré l'intensité de pluies persistantes et très fréquentes. Toutefois, les craintes finirent par se confirmer. A l'époque de la récolte, des rapports parvinrent de presque toutes les parties du pays, faisant savoir que la production de l'année se trouvait notablement réduite par la maladie.

---

(1) Ce fut aussi le cas aux environs de Stockholm, en 1902 (Eriksson, V, 234).

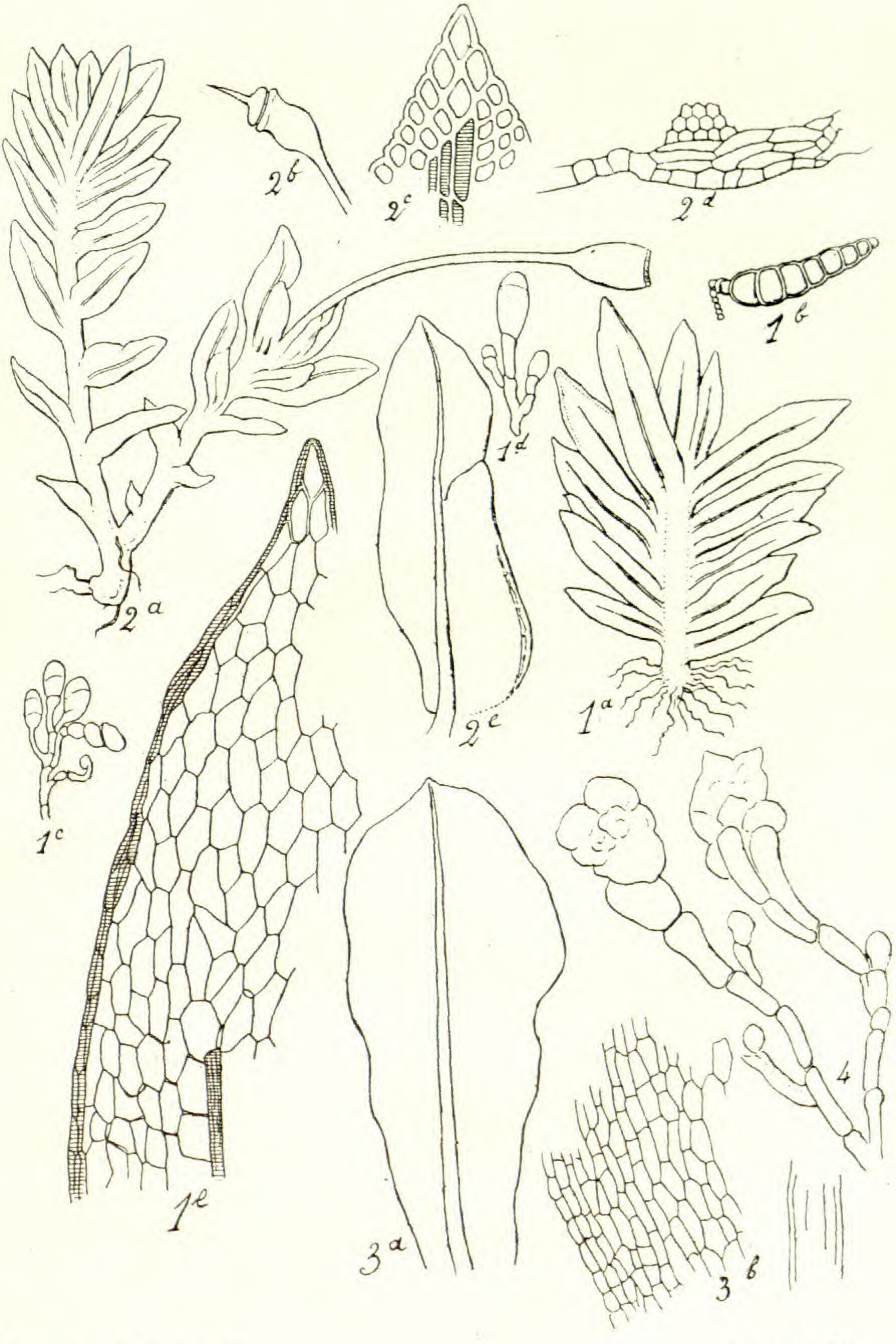
En tirant de ses essais de 1910 la conclusion que « des tubercules atteints par le *Phytophtora infestans* donnent une récolte indemne », Pethybridge est parti de la supposition qu'une Pomme de terre malade équivaut à une Pomme de terre contenant le *mycélium* du Champignon, l'invasion de ce mycélium ayant eu lieu ou bien au moyen de spores du Champignon, tombées sur le sol et entraînées par les eaux de pluie dans la terre à une certaine profondeur pour germer ensuite à la surface du tubercule, ou bien par une inoculation artificielle, soit en partant des spores, soit à l'aide du mycélium. Pethybridge ne voulait admettre, dans le tubercule, aucune autre forme de germe interne de maladie que le mycélium. C'est ici le cas de dire que certains investigateurs ont, toutefois, affirmé qu'il faut faire entrer en ligne encore un autre mode de perpétuation du Champignon. Dans ce qui précède, nous avons montré que Smith, en 1883, et Wilson, en 1891, ont émis une telle opinion (1).

---

(1) En cherchant à éclaircir la question de sensibilité inégale des diverses variétés de Pommes de terre, Jones et plusieurs autres auteurs s'expriment dans le même sens.

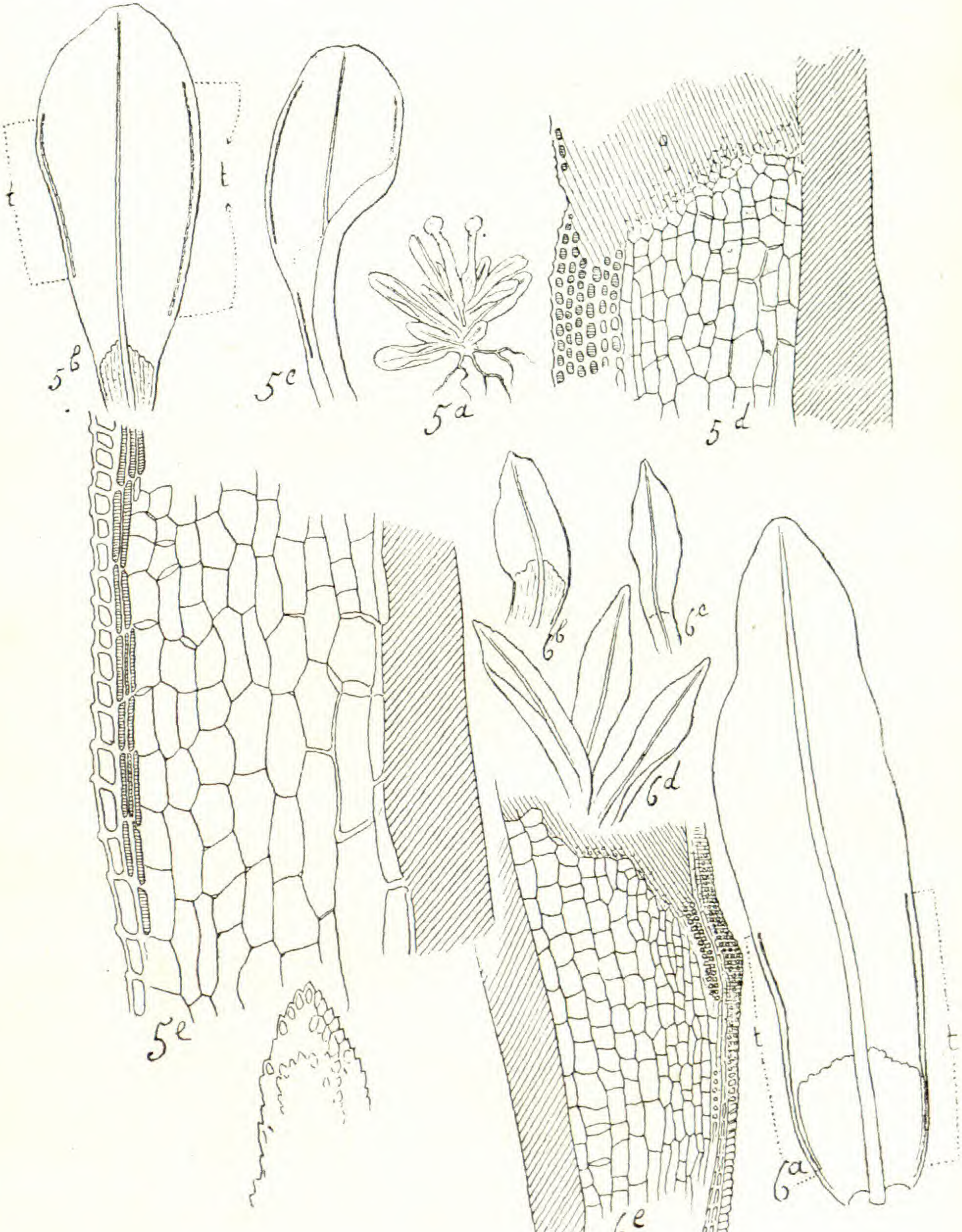
(A suivre)

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy


2a
2b
2c
2d
1b
1d
2e
1a
1c
1e
3a
4
3b

POTIER de la VARDE, del. BERTIN et Cie, sc.

Fissidens et Hyophila.


t
t
5b
5c
5a
5d
5e
6b
6c
6d
6e
t
t
6a

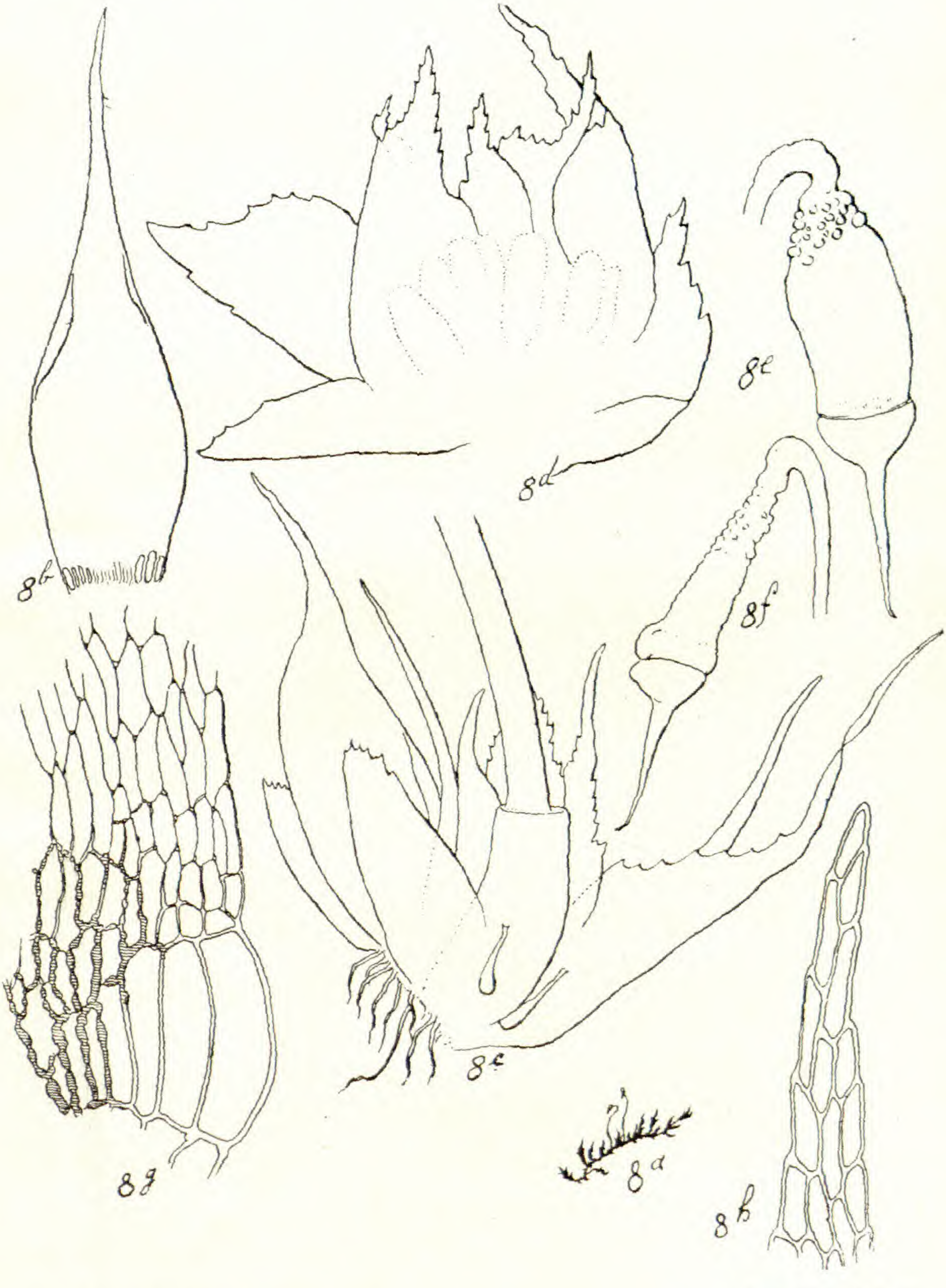
Potier de la Varde, del.
Bertin et Cie, sc.

Calymperes.

7b
7c
7d
7e
♂
p
♀
7a

Potier de la Varde, del. Bertin et Cie, sc.

Physcomitrium hemisphæricum.


8b
8d
8e
8f
8c
8g
8a
8h

Potier de la Varde, del. Bertin et Cie, sc.

Sematophyllum Eberhardti.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Octobre 1917

N° 346

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1917

I. — RECHERCHES BIOCHIMIQUES EXPÉRIMENTALES SUR LE RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES GLUCOSIDES CHEZ LES VÉGÉTAUX. — I. ÉTUDE PRÉLIMINAIRE (avec onze figures dans le texte et sept planches), par M. **Raoul Combes** 321

II. — DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)* AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE (avec cinq figures dans le texte et douze planches) *(suite)*, par M. **Jakob Eriksson.** 333

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 350

L. Maire. — Etude synthétique sur le genre *Tricholoma*.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 351

Cette livraison renferme les douze planches suivantes :

Planches 4 et 5. — Phytophtora infestans : *les oospores, leur origine et leur germination.*

Planches 6 et 7. — Phytophtora infestans : *origine du mycélium aérien primaire et des spores aériennes primaires.*

Planches 8 et 9. — Phytophtora infestans : *phase plasmique du champignon : état de repos, état de la désagrégation de la chlorophylle et état nucléolaire.*

Planches 10 et 11. — Phytophtora infestans : *phase plasmique du champignon : état de maturation et origine du mycélium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille.*

Planches 12 et 13. — Phytophtora infestans : *origine du mycélium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille.*

Planches 14 et 15. — Phytophtora infestans : *origine des oogones et des anthéridies du champignon.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

RECHERCHES BIOCHIMIQUES EXPÉRIMENTALES
SUR LE
RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES GLUCOSIDES CHEZ LES VÉGÉTAUX

I. — ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

par M. Raoul COMBES

I. INTRODUCTION

La large répartition des glucosides dans le règne végétal a amené un grand nombre de physiologistes et de chimistes à se demander quel peut être le rôle joué par ces composés dans l'organisme des plantes, et la plupart des auteurs qui ont entrepris dans une voie quelconque des recherches sur les glucosides dans leurs rapports avec les végétaux producteurs ont essayé de tirer des résultats qu'ils obtenaient des renseignements relatifs à cette question.

C'est ainsi que dans les conclusions de nombreux travaux qui rendent compte de la recherche microchimique des glucosides dans les tissus végétaux ou de dosages de ces substances dans les divers organes des plantes où on les rencontre, ou encore de l'action exercée par les principes immédiats végétaux sur les plantes, on trouve des considérations hypothétiques sur le rôle physiologique des corps étudiés.

Malgré le nombre considérable de travaux entrepris dans ce sens, la question reste encore à peu près entière, et les physiologistes s'entendent pour constater que nous ne pouvons actuellement formuler que des hypothèses sur le rôle physiologique que jouent les glucosides dans l'organisme végétal.

J'ai commencé en 1909, au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, une série d'expériences en vue d'étudier cette question.

Les méthodes de recherche basées sur l'étude microchimique des glucosides ou sur le dosage de ces composés dans les divers organes des plantes au cours de la végétation ont déjà fourni de très nombreux renseignements qui pourront être utilisés lorsque nos connaissances relatives aux rapports existant entre la variation des principes immédiats dans les divers organes végétaux et leur rôle physiologique seront moins restreintes. Mais elles ne permettent actuellement d'obtenir, pour la question qui nous occupe, que des données très discutables, car nous ne possédons pas de critérium sérieux permettant de déduire des variations subies par un principe immédiat au cours du développement d'une plante, le rôle physiologique joué par ce principe.

Par contre, l'étude expérimentale du rôle physiologique des principes immédiats, consistant à faire absorber comparativement par des végétaux des liquides contenant ces principes en proportions diverses et des liquides semblables mais n'en renfermant pas, a été fertile en résultats importants lorsqu'elle a été appliquée à la recherche du rôle joué notamment par les sucres et par certains composés azotés dans l'organisme végétal. Il était permis de penser que cette méthode de travail pouvait être appliquée avec fruit à l'étude des glucosides. Ce sont les premiers résultats obtenus dans cette voie que je vais exposer ici.

Ces recherches furent commencées en 1909 ; depuis cette date une série d'expériences fut entreprise chaque année. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant sont loin de me permettre de conclure à quelque chose de précis quant au rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. Les expériences effectuées m'ont seulement conduit à mettre en évidence certains faits et à établir une technique qui peuvent servir à orienter la suite des recherches ; aussi cette étude doit-elle être considérée comme un ensemble d'essais préliminaires, une longue expérimentation étant nécessaire pour obtenir des résultats concluants.

Ces recherches ont nécessité la construction d'appareils et l'acquisition d'un matériel très coûteux ; elles n'ont pu être entreprises et elles ne sont actuellement poursuivies que grâce aux crédits qui m'ont été alloués à plusieurs reprises sur la fondation Commercy par le Conseil de l'Université de Paris sur la proposition du Conseil de la Faculté des sciences. Je suis heureux de pouvoir exprimer aux membres de ces deux Conseils ma très vive reconnaissance.

II. HISTORIQUE

Ainsi que cela ressort des lignes précédentes, on peut diviser en trois parties les travaux entrepris dans le but d'étudier les glucosides dans leurs rapports avec les végétaux :

1° Les travaux relatifs à l'étude, par les méthodes microchimiques, des variations éprouvées par les glucosides dans les tissus végétaux au cours du développement.

2° Les travaux dans lesquels l'étude de ces variations a été faite par les méthodes d'analyse chimique quantitative.

3° Les travaux qui traitent de l'action qu'exercent les glucosides sur les végétaux lorsqu'on tente de les faire absorber par ces derniers.

Je rappellerai tout d'abord les résultats obtenus dans l'ensemble des deux premières séries de recherches, car ces deux méthodes d'étude ont parfois été employées parallèlement par un même auteur. J'indiquerai ensuite les travaux entrepris dans la troisième voie, ceux-ci étant en rapport plus étroit avec mes propres recherches.

A. VARIATIONS DE LA PROPORTION DES GLUCOSIDES DANS LES TISSUS DES VÉGÉTAUX AU COURS DU DÉVELOPPEMENT NORMAL OU ANORMAL DE CES DERNIERS, MISES EN ÉVIDENCE PAR LES MÉTHODES MICROCHIMIQUES OU PAR LES MÉTHODES D'ANALYSE CHIMIQUE QUANTITATIVE.

Arbutine. — Les variations de l'arbutine et de son produit de dédoublement, l'hydroquinone, ont été étudiées quantitativement par Weevers (1) chez le *Vaccinium vitis idæa,* d'une part, et chez le *Pirus communis,* d'autre part.

Au printemps, chez le *Vaccinium vitis idæa,* avant le développement des nouvelles pousses, l'arbutine se trouve surtout accumulée dans les feuilles, il n'en existe que des traces dans les tiges et dans les racines. A ce moment, dans les feuilles, les tiges et les racines, l'hydroquinone n'existe pas ou ne s'y trouve qu'à l'état de traces.

---

(1) Th. WEEVERS. The physiological significance of certain glucosides. *(Proc. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam,* pp. 193-201, 1909).

Th. WEEVERS. Die physiologische Bedeutung einiger Glykoside. *(Rec. Trav. bot. néerland.,* T. VII, pp. 1-62, 1910).

Lorsque les jeunes pousses se développent, la quantité d'arbutine diminue tandis que l'hydroquinone s'accumule. Weevers en conclut que pendant cette période de la végétation le glucoside est hydrolysé, le sucre est utilisé par les tissus en voie de développement, tandis que l'hydroquinone devenu libre reste en place. La quantité d'hydroquinone qui est mise en évidence par les dosages est toutefois inférieure à la quantité calculée d'après la proportion d'arbutine ayant disparu ; l'auteur pense qu'une partie de l'hydroquinone est donc directement employée dans les transformations de substances qui se produisent au cours de cette période. Weevers a isolé des tissus du *Vaccinium vitis idæa* un enzyme capable de dédoubler rapidement l'arbutine en glucose et hydroquinone.

Un peu plus tard, dès que l'assimilation commence dans les jeunes feuilles, la quantité d'hydroquinone diminue tandis que l'arbutine augmente ; à ce moment, l'hydroquinone se combine donc avec le glucose résultant de la synthèse chlorophyllienne pour reformer de l'arbutine.

Chez le *Pirus communis,* pendant l'été, l'arbutine s'accumule dans l'écorce. Au printemps, lorsque de nouveaux rameaux se développent, la quantité d'arbutine diminue tandis qu'il y a augmentation de l'hydroquinone. Ici encore, l'arbutine est utilisée au moment où se forment de nouveaux tissus ; mais, dans le cas du *Pirus communis,* les dosages montrent que le rapport de l'arbutine disparue à l'hydroquinone formé est égal au rapport des poids moléculaires de ces deux corps ; contrairement à ce qui se passe chez le *Vaccinium vitis idæa,* l'hydroquinone libéré au cours de l'hydrolyse de l'arbutine ne subit donc pas de modifications ultérieures et s'accumule en totalité dans les tissus. L'auteur a également isolé des jeunes branches du *Pirus communis* l'enzyme capable de dédoubler l'arbutine en glucose et hydroquinone.

Plus tard, lorsque l'assimilation commence dans les jeunes feuilles, l'hydroquinone libre décroît, il se combine au glucose pour redonner de l'arbutine.

Des dosages effectués en vue de déterminer les variations de l'arbutine et de l'hydroquinone au cours d'une période de 24 heures, ont montré que la quantité de glucoside augmente pendant le jour et diminue au cours de la nuit, cette diminution étant accompagnée d'une augmentation de la quantité d'hydroquinone.

De ses recherches relatives à l'arbutine, Weevers conclut que ce glucoside se comporte comme une substance de réserve. L'arbutine serait, chez les plantes où elle existe, l'une des formes sous lesquelles le glucose peut être immobilisé et emmagasiné pour être libéré et utilisé lorsque la formation de nouveaux tissus nécessite la consommation de grandes quantités de composés nutritifs.

Hespéridine. — En 1874, Pfeffer (1) recherche microchimiquement l'hespéridine dans plusieurs espèces du genre *Citrus.* Il précipite le glucoside dans les cellules à l'état de sphéro-cristaux par traitement au moyen de l'alcool ; en faisant agir ensuite une solution alcaline, les sphéro-cristaux formés se colorent en jaune.

Parmi les espèces qu'il étudie, Pfeffer constate que le *Citrus Aurantium* et le *Citrus Limetta* renferment le glucoside recherché. Les localisations de l'hespéridine dans les fruits étudiés à différents stades de leur développement, permettent à l'auteur de remarquer que le glucoside existe en grande quantité dans les fruits jeunes non encore mûrs, et qu'il devient progressivement moins abondant à mesure que les fruits mûrissent.

Salicine. — Théorin (2), en employant les méthodes microchimiques, a étudié les variations de la salicine et de la populine pendant la végétation des Salicinées. Il emploie comme réactif l'acide sulfurique qui donne avec ces glucosides une coloration rouge. Théorin constate que la proportion de glucosides diminue au printemps, au moment où les bourgeons se développent et augmente un peu plus tard, lorsque les feuilles commencent à assimiler. L'emploi des méthodes d'analyse quantitative donnèrent à l'auteur des résultats qui confirment ceux de ses recherches microchimiques. Le dosage des glucosides dans l'écorce montre qu'il y a diminution de la proportion de ces composés au printemps, au moment où les bourgeons se développent en jeunes pousses. Théorin conclut de ses recherches que la salicine et la populine se comportent comme des matières de réserve.

---

(1) W. Pfeffer. Hesperidin, ein Bestandteil einiger Hesperideen. *(Bot. Zeit.,* T. XXXII, pp. 529-539, 1874).

(2) Theorin. Växtmikrokemiska Studier. *(Œfver. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar,* 1884).

Theorin. Någrå Vätxmikrokemiska antnekningar. *(Œfver. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar,* 1885).

Jowett et Potter (1) ont étudié quantitativement les variations de la salicine dans l'écorce de trente-trois échantillons de Saule et de Peuplier. Ils constatent, en analysant comparativement l'écorce des pieds mâles et l'écorce des pieds femelles, qu'en avril l'écorce des arbres mâles renferme environ trois fois moins de salicine que celle des arbres femelles. Trois mois plus tard, c'est le contraire qui est constaté, l'écorce des pieds mâles est beaucoup plus riche en salicine que celle des pieds femelles.

Jowett et Potter admettent que la salicine se comporte comme une matière nutritive de réserve ; elle reste emmagasinée pendant l'hiver, et est utilisée au cours du printemps suivant. A ce moment elle est hydrolysée par un ferment qui l'accompagne, et le glucose ainsi libéré est utilisé par la plante. Cette substance de réserve ne serait pas employée en même temps en proportions égales par les arbres mâles et par les arbres femelles à cause de la différence existant dans les besoins, et par conséquent dans l'utilisation des réserves, à un même moment de l'année, par ces deux sortes d'individus.

Weevers (2) a entrepris de très intéressantes recherches sur l'évolution de la salicine dans les *Salix,* en vue d'essayer de déterminer le rôle physiologique joué par ce glucoside dans les végétaux qui le produisent.

Ces recherches portent, d'une part, sur les variations de la salicine dans les bourgeons, les jeunes pousses et les branches aux diverses époques de l'année, d'autre part, sur les variations de ce glucoside dans les feuilles pendant une période de 24 heures. Enfin, dans une troisième partie de ses recherches, Weevers a étudié comparativement l'évolution de la salicine et de ses produits de dédoublement.

---

(1) H. A. D. Jowett et C. E. Potter. Variations in the occurrence of salicin and salinigrin in different willow and poplar barks. *(Pharm. J.,* 1902).

(2) Th. Weevers. Investigations of glucosides in connection with the internal mutations of plants. *(Proc. Koninklijke Akad. van Wet. te Amsterdam,* pp. 295-303, 1902).

Th. Weevers. Die physiologische Bedeutung einiger Glycoside. *(Jahrbüch. f. wiss. Botanik.,* Bd. XXXIX, pp. 229-271, 1904).

Th. Weevers. The physiological significance of certain glucosides. *(Proc. Koninklijke Akad. van Wet. te Amsterdam,* pp. 193-201, 1909).

Th. Weevers. Die physiologische Bedeutung einiger Glykoside. *(Rec. Trav. bot. néerland.,* T. VII, pp. 1-62, 1910).

L'étude des variations de la salicine dans les *Salix* au cours de la végétation d'une année a été faite en dosant la salicine, les sucres et l'amidon à différentes époques d'une année dans les bourgeons, dans les petits rameaux portant ces bourgeons et enfin dans les branches portant ces petits rameaux.

Dans les bourgeons, étudiés à la fin du mois de mars, il existe une assez grande quantité de salicine, pas de glucose et des traces d'amidon. Quelques jours après, au début du mois d'avril, les bourgeons ne renferment plus du tout de salicine ; il n'existe toujours pas de glucose et on ne trouve encore que des traces d'amidon. A la fin du mois de mai, les jeunes pousses auxquelles les bourgeons ont donné naissance renferment à nouveau de la salicine, en proportion, rapportée à 100 gr. d'organes, un peu moins grande que dans les jeunes bourgeons, mais en quantité absolue, rapportée à un organe, beaucoup plus considérable. Le glucose est apparu en petite quantité dans ces jeunes pousses, et l'amidon s'y trouve en abondance.

Dans les petits rameaux portant les bourgeons, analysés à ces trois mêmes périodes, la salicine, assez abondante à la fin du mois de mars, diminue progressivement jusqu'à la fin du mois de mai, le glucose augmente faiblement de la fin du mois de mars au début d'avril et disparaît ensuite ; l'amidon diminue au contraire de mars à avril et augmente en mai.

Dans les branches portant les petits rameaux, la salicine diminue progressivement comme dans ces derniers de mars à mai ; le glucose et l'amidon augmentent de mars à avril et diminuent d'avril en mai. L'écorce seule renferme de la salicine, le bois n'en contient pas.

La salicine contenue dans les bourgeons, dans les petits rameaux portant ces bourgeons et enfin dans les branches portant ces rameaux diminue donc pendant le développement des bourgeons. Elle réapparaît ensuite dans les jeunes pousses issues de ces bourgeons et s'y accumule en quantité notable. La diminution de la quantité de salicine contenue dans les petits rameaux et les branches de mars en mai étant de beaucoup supérieure à l'augmentation qui a lieu dans les jeunes pousses à partir du moment où les feuilles de ces dernières commencent à assimiler, il ne peut y avoir seulement migration du glucoside des organes âgés vers les jeunes pousses, si toutefois cette migration a lieu, et Weevers en conclut que de la salicine est utilisée au moment du développement des bourgeons.

Toutefois la quantité de composés organiques contenus dans les organes étudiés peut encore être modifiée par les échanges pouvant se produire entre ces organes et, d'une part, les grosses branches, d'autre part, les feuilles ; il se peut en effet que des substances émigrent des jeunes rameaux vers les branches âgées, ce qui rendrait compte en partie de la diminution de salicine constatée dans les rameaux et les jeunes branches ; de plus, il est fort probable que les feuilles fabriquent de la salicine, ce qui expliquerait la quantité élevée de glucoside trouvée dans les jeunes pousses.

Pour faire la part de ces causes de variation, Weevers sectionne une branche de *Salix*, immerge la base dans l'eau et place le tout à l'obscurité. Cette branche isolée se développe dans ces conditions de la fin du mois de mars au début du mois de mai.

Les dosages de la salicine et du glucose effectués sur l'écorce de la branche, d'une part avant l'expérience, d'autre part à la fin de l'expérience, mettent en évidence une diminution très importante de ces deux corps.

Les mêmes dosages effectués sur les bourgeons et sur les jeunes pousses récoltés à des stades divers de leur développement, montrent également une diminution notable de la salicine et du glucose au cours de la croissance des pousses à l'obscurité.

Il résulte de cette seconde série d'expériences que la salicine disparaît bien des tiges de *Salix* au moment de la reprise de la végétation, lorsque les bourgeons se développent en jeunes rameaux. De plus, la lumière paraît nécessaire à la formation du glucoside puisque ce dernier augmente rapidement dans les jeunes pousses feuillées exposées à la lumière et diminue au contraire dans les mêmes organes maintenus à l'obscurité.

Dans une troisième série d'analyses, l'auteur met en évidence au cours de la floraison et de la fructification la variation de la salicine dans les organes reproducteurs et dans les branches qui les portent. En opérant des dosages sur les chatons mâles, sur les branches qui les portent et enfin sur des branches ne portant pas de chatons, Weevers montre que la salicine est utilisée en même temps que le glucose pendant la formation des organes reproducteurs. Dans les chatons femelles, le même phénomène se produit, les dosages portant sur les chatons récoltés aussitôt après la fécondation et au moment où les fruits sont mûrs montrent que la salicine disparaît complètement au cours de la maturation des fruits.

La partie des recherches de Weevers relative aux variations de la salicine dans les feuilles de *Salix* au cours d'une période de 24 heures comprend les expériences suivantes :

1° Sur une branche de *Salix,* après le coucher du soleil, on enlève la moitié de chaque feuille en opérant une section longitudinale près de la nervure médiane. Le lendemain, avant le lever du soleil, on récolte toutes les moitiés des feuilles restées sur la branche, et on élimine leur nervure médiane. Les dosages du glucose et de la salicine sont faits comparativement sur les deux lots de moitiés de feuilles.

2° Sur une branche de *Salix,* après le coucher du soleil, on récolte une certaine quantité de feuilles entières ; le lendemain, avant le lever du soleil, on en récolte sur la même branche une quantité semblable.

3° Un certain nombre de feuilles sont enveloppées de papier noir. Après un temps suffisant on récolte ces feuilles et en même temps une quantité semblable de feuilles développées normalement sur la même branche à la lumière.

Dans les deux premières expériences, les dosages du glucose et de la salicine montrent que les moitiés de feuilles ou les feuilles entières cueillies le soir après le coucher du soleil sont plus riches en glucose et en salicine que les organes semblables récoltés le matin avant le lever du soleil. De même, dans la troisième expérience, les feuilles développées à la lumière contiennent plus de glucose et de salicine que les feuilles enveloppées de papier noir.

Par conséquent pendant la nuit, ou à l'obscurité, il y a diminution de glucose et de la salicine dans les feuilles ; au contraire, dans la journée, à la lumière, il y a accumulation de ces deux substances.

Dans ses recherches relatives aux variations comparées de la salicine et de ses produits de dédoublement dans les *Salix,* Weevers n'a pu mettre en évidence au cours de ses essais de dosage que des quantités de saligénine trop faibles pour être dosées. Par contre, il constata la présence dans ses liquides d'extraction d'assez grandes quantités d'un composé voisin, la pyrocatéchine. La constitution de la pyrocatéchine différant peu de celle de la saligénine, l'auteur pensa que cette dernière pouvait se transformer en la première dans les tissus, et il entreprit de suivre parallèlement les variations de la salicine et de la pyrocatéchine.

Il constata ainsi qu'au cours de la végétation des *Salix,* toutes les fois que la proportion de salicine augmente, la proportion de pyrocatéchine diminue, et inversement. Dans les feuilles, par exemple, tandis que pendant le jour la proportion de la salicine augmente, celle de la pyrocatéchine diminue ; pendant la nuit, c'est le contraire qui a lieu. Dans l'écorce des tiges, pendant le jour, la proportion de salicine diminue tandis que celle de la pyrocatéchine augmente ; pendant la nuit, les phénomènes contraires se produisent.

La pyrocatéchine, comme la salicine, n'existe que dans l'écorce des *Salix* ; le bois n'en contient pas.

Nous avons vu plus haut que Weevers a constaté la diminution de la salicine dans l'écorce d'une branche coupée maintenue à l'obscurité, ainsi que dans les jeunes pousses étiolées auxquelles les bourgeons donnent naissance. En dosant parallèlement la salicine et la pyrocatéchine, il a pu encore constater que dans cette expérience, la diminution de la salicine est accompagnée d'une augmentation de la pyrocatéchine.

La recherche des ferments capables de réaliser les transformations mises en évidence dans les travaux précédents ont permis à l'auteur de reconnaître, dans le suc de jeunes rameaux de *Salix,* l'existence de trois ferments différents. L'un, la salicase, opère l'hydrolyse de la salicine en glucose et saligénine ; le second et le troisième, qui ont été obtenus en mélange, transforment la saligénine en une substance noire ; ils peuvent être séparés l'un de l'autre par un chauffage à 85° ; dans ces conditions, l'un des ferments est tué, celui qui subsiste est sans action sur la saligénine, mais transforme la pyrocatéchine en une substance noire identique à celle obtenue en faisant agir l'ensemble des deux ferments sur la saligénine. L'hypothèse la plus évidente, pour Weevers, est d'admettre l'existence, dans le mélange, d'un premier ferment auquel il donne le nom de saligénolase, capable de transformer la saligénine ou saligénol en pyrocatéchine et qui est tué par un chauffage à 85°, et d'un second ferment, qu'il nomme catécholase, oxydant la pyrocatéchine ou catéchol, la transformant ainsi en une substance noire ; ce dernier ferment résiste à la température de 85° et n'est tué qu'à 100°.

Dans les plantes vivantes, la substance noire n'apparaît jamais ; elle ne se forme que dans la nécrobiose; aussi Weevers admet-il que la catécholase et la pyrocatéchine sont séparées l'une de l'autre ; il n'en serait pas ainsi pour la saligénolase et la saligénine, ce qui permettrait au ferment d'agir sur la saligénine pour la transformer en pyrocatéchine.

De l'ensemble de ses recherches sur la salicine, Weevers conclut que ce glucoside se comporte comme une matière de réserve. La salicine se forme dans les feuilles pendant le jour, lorsque l'assimilation chlorophyllienne se produit ; pendant la nuit, la salicine est hydrolysée par la salicase, la saligénine formée est immédiatement transformée par la saligénolase en pyrocatéchine qui reste sur place ; pendant ce temps le glucose résultant de l'hydrolyse chemine vers les rameaux où il se combine, dans l'écorce, avec la pyrocatéchine qui s'y trouve, pour redonner de la salicine. La pyrocatéchine qui s'accumule dans les feuilles pendant la nuit, comme résultat de l'hydrolyse de la salicine, se combine à nouveau, pendant le jour, au glucose résultant de l'assimilation chlorophyllienne pour reformer de la salicine.

Dans l'écorce, la salicine, dont on constate l'accumulation pendant la nuit, est hydrolysée dans la journée, le glucose est utilisé, transformé ou transporté dans d'autres parties de la plante, la pyrocatéchine formée reste sur place où elle redonnera de la salicine la nuit suivante.

Weevers fait remarquer que les résultats qu'il a obtenus confirment l'hypothèse de Pfeffer d'après laquelle l'union des dérivés du benzène avec les hydrates de carbone aboutirait à la formation de substances dont une des propriétés les plus importantes au point de vue physiologique est leur difficulté à diffuser, ce qui en fait des formes de dépôt de ces hydrates de carbone.

Populine. — Nous avons vu, à propos de la salicine, que les recherches microchimiques de Théorin (1), relatives aux variations de la salicine et de la populine chez les Salicinées, l'avaient conduit à constater la diminution des deux glucosides pendant le développement des bourgeons, et l'accumulation de ces composés un peu plus tard, dès que l'assimilation commence dans les feuilles. Pour Théorin, la populine et la salicine se comportent comme des substances de réserve.

Weevers (2), en 1909, a essayé de déterminer les variations de la populine dans divers *Salix* et *Populus*, mais les difficultés rencontrées dans le dosage de ce glucoside ne lui ont pas permis d'obtenir de données relatives au rôle physiologique du composé étudié. Il a toutefois pu constater que la populine, qui se forme en assez grande quantité dans les jeunes rameaux normaux de plusieurs espèces de *Salix* et de *Populus*, n'existe pas dans les jeunes rameaux étiolés développés à l'obscurité.

(1) Theorin. *Loc. cit.*
(2) Weevers. *Loc. cit.*

(A suivre)

DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE
DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)*
AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE

par M. Jakob ERIKSSON

(suite)

Cette question a surtout fait l'objet d'études approfondies de la part de Worthington G. Smith qui, en parlant de ses observations très nombreuses, dit ce qui suit (IV, 324) : « Tous ceux qui ont fait des essais avec la Pomme de terre savent qu'on peut infecter des tubercules en partant de spores provenant des feuilles. Ces infections s'obtiennent surtout en plaçant des spores aux yeux du tubercule, où le périderme est toujours très mince. Toutefois, une telle intervention de germes contagieux du dehors est exceptionnelle et non pas conforme à la règle. J'ai remarqué, dit-il, que dans la grande majorité des cas, c'est la partie intérieure du tubercule qui est atteinte la première ; de là, la maladie progresse vers le dehors. Il arrive aussi fréquemment que dans des tubercules de Pommes de terre récoltés parfaitement sains, à en juger par l'apparence, l'altération se manifeste, dans les locaux de conservation, pendant l'hiver ou au premier printemps. Quelquefois le Champignon apparaît à la surface même des tubercules, d'autres fois, au contraire, ceux-ci conservent, à l'extérieur, l'aspect des tubercules sains mais présentent sur la coupe de nombreuses taches malades, de dimension variable, localisées à la région centrale du tubercule mais n'ayant évidemment aucun rapport avec les parties saines périphériques de celui-ci. » Et il ajoute : « Au commencement de janvier 1904, je reçus de la part d'un des plus grands marchands de pommes de terre du pays une lettre où il se plaint d'une quantité de pommes de terre emmagasinées, inutilisables pour la vente. Tout en conservant, à l'extérieur, l'aspect de tubercules sains, ces pommes de terre se montraient, à l'intérieur, entièrement détruites par le mal. Un échantillon en fut examiné scrupuleusement sans qu'on ne pût découvrir, à l'extérieur, aucune tache malade ; sur la section du tubercule, on vit, toutefois, de nombreuses taches d'un brun foncé. En ce cas — et j'en connais beaucoup d'autres, dit Smith, — il me semble qu'il est impossible de supposer que le mal soit entré par la pellicule du tubercule laquelle avait l'apparence tout à fait indemne ».

Depuis la fin de 1890, on signale aussi certaines nouvelles altérations de la Pomme de terre. Une de ces maladies, connue sous le nom de « Bunhverden » ou « Eisenfleckigkeit », fut constatée pour la première fois en Allemagne, en 1897 (A. B. Frank, I, 1212 et II, 287). Deux autres altérations, l'une appelée « Internal Disease », l'autre « Sprain », datant de la même époque, sont signalées dans la Grande-Bretagne et en d'autres pays (A. S. Horne, I, 322). L'intérieur des tubercules présente des taches malades, mais on n'a pu découvrir de mycélium ni de Bactéries. La cause de ces altérations reste encore obscure. Il y a donc toujours lieu de soupçonner qu'elles pourraient être des phases de développement plasmatiques du *Phytophtora infestans*. En attendant que la chose soit mieux étudiée, on doit se garder de tirer des expériences de Pethybridge des conclusions aussi catégoriques que celle citée plus haut. La théorie que des tubercules de Pomme de terre malades donnent naissance à une récolte saine n'est admissible que dans les cas où un tubercule malade est synonyme d'un tubercule contaminé par inoculation extérieure naturelle ou artificielle — et renfermant dans ses parties externes le *mycélium* du Champignon.

Contre les conclusions de Pethybridge, signalées tout à l'heure, je me permets de faire aussi l'objection suivante : Son rapport ne contient aucune indication quant au développement des organes des pieds élevés en serre. J'ai fait pendant des années beaucoup d'essais expérimentaux avec diverses plantes de plein vent. Les cultures établies en serre ou en caisses expérimentales ont mis en évidence que des pieds élevés de la sorte croissent toujours d'une manière plus ou moins anormale, quelles que soient les précautions prises et quoiqu'on cherche à se mettre dans les conditions de température et de lumière naturelles. Les pieds se développent plus rapidement que ceux du plein vent mais ils n'en ont pas la vigueur. Des essais poursuivis pendant de longues années et ayant pour but l'éclaircissement d'autres formes de maladie, m'ont convaincu qu'on ne peut déduire de telles cultures artificielles des conclusions parfaitement applicables aux conditions de la nature. (Comp. Eriksson, IV, 11, 19 etc.).

Dans une autre station expérimentale de l'Irlande, Clifden (Co. Galway), on traita, suivant Pethybridge (I, 22), pendant l'été 1910, la question de l'aptitude des tubercules malades à donner une récolte saine. Dans un sol marécageux, on planta, le 12 avril, en une ligne, 132 tubercules entiers de la variété Champion, tous atteints par le *Phytophtora*. De ces tubercules 53 germaient, tandis que les autres périssaient dans le sol. Le feuillage restait indemne jusqu'au 15 juillet où des taches malades isolées parurent sur les folioles. Pethybridge est d'avis qu'on ne peut point attribuer ces taches à l'action d'un mycélium interne, le reste de la pousse, y compris la tige, ne montrant aucune trace de maladie. Il en cherche la source dans un champ de Pomme de terre voisin dont certains pieds étaient atteints depuis 3 semaines. Or, je voudrais bien connaître l'origine des taches primaires de cette culture ainsi que la raison pour laquelle les premières traces du Champignon, dans les cultures en lignes, ne se montraient qu'au bout de 3 semaines, c'est-à-dire à l'époque normale de l'éruption de la maladie. Il y a là de quoi s'étonner. C'est à savoir que, dans des conditions favorables — et il faut en supposer pour cette saison-là — le temps d'inoculation se réduit à environ 5 jours. Pethybridge n'aborde pas ces questions.

Le 22 août, c'est-à-dire 5 semaines après la première invasion des feuilles, les tubercules furent récoltés. Durant ces semaines, la maladie n'avait pris qu'un développement peu considérable, grâce, sans doute, à l'action d'arrosages réitérés. Lors de la récolte, les tubercules furent examinés avec soin. Sur aucun d'eux on ne pouvait découvrir de traces du *Phytophtora*.

La critique faite par Pethybridge (I, 27) de la théorie de Massee d'un mycélium latent dans le tubercule comme source principale de la réapparition de la maladie se termine par les mots suivants : « Quant à présent, il n'y a rien qui prouve que l'infection du feuillage de la Pomme de terre s'accomplit jamais d'une autre manière que par l'intermédiaire de spores disséminées par le vent. Toujours faut-il faire abstraction des quelques cas où des pieds malades proviennent de tubercules malades, ce qui n'arrive sans doute que par un pur hasard. Combien ces spores sont aptes à expliquer d'une manière satisfaisante la réapparition, tous les ans, de la maladie et avant toutes choses le *moment* (1) de cette éruption, voilà des questions qui demandent de nouvelles études pour être élucidées d'une façon complète ».

Les expériences de Pethybridge ont mis en évidence, me paraît-il, *la faiblesse de la théorie d'un mycélium persistant dans le tubercule comme source de l'éruption automnale de la maladie de la Pomme de terre.* Par ses expériences, nous n'avons, toutefois, rien gagné de positif en échange de l'ancienne théorie abandonnée. *Aussi l'hivernation de l'agent de l'altération est-elle toujours obscure.*

A une époque peu avancée de l'été 1911, Pethybridge (I, 570) et Murphy réalisèrent, dans une station expérimentale provisoire de l'Irlande occidentale, des cultures pures sur divers milieux nutritifs dans le but d'obtenir le stade d'oospores du Champignon. On y tenta plus de 20 milieux différents, et plusieurs centaines de cultures furent suivies sans interruption durant 18 mois. Sur un de ces milieux — modification du bouillon d'avoine gélosé de Clinton — on put obtenir des oogones, des anthéridies et des oospores (2). L'infection réussit le mieux en partant de cultures pures pulvérisées sur un bouillon d'avoine (Quaku) gélosé. Dans ce milieu, on vit se développer un mycélium luxuriant avec formation abondante de conidies, et des anthéridies et des oogones en grande quantité.

Dans tous les points principaux, ces recherches confirment et complètent les expériences des savants américains cités dans ce qui précède. En quelques détails seulement, les résultats divergent. Le développement des oospores a été obtenu sur certains milieux nutritifs, mais on n'a pu déterminer, d'une façon certaine, si elles étaient le résultat d'une fécondation ou non. Quelquefois elles se formaient bien qu'il n'y eût pas d'anthéridies. Dans ce cas, l'œuf devait être parthénogénétique. Ces oospores ressemblaient à celles qui naissent, les anthéridies présentes, mais les parois en étaient souvent moins épaisses.

---

(1) En italiques par Pethybridge lui-même.

(2) Ces essais fournissent à Pethybridge (II, 571), l'occasion de découvrir une nouvelle espèce du genre *Phytophtora.* Les dommages que ce Champignon, auquel il donne le nom de *Phytophtora erythrosephia,* cause aux cultures de Pomme de terre de l'Irlande sont de nature sérieuse. En même temps, certaines observations lui permirent d'éclaircir, sous certains rapports, la formation d'oospores de *Phytophtora infestans.* En 1914, Pethybridge (VI) fit une étude détaillée de cette nouvelle espèce.

Reste à savoir si le Champignon est apte à développer des oospores dans le pied de Pomme de terre lui-même ou s'il ne l'est pas. Dans les tissus de différentes portions de pieds détruits par le Champignon, on trouve des spores à parois épaisses, spores qui pourraient bien être des oospores quoiqu'elles soient en général moins volumineuses que celles des cultures pures.

Les recherches poursuivies de Pethybridge ont pu vérifier les expériences antérieures de cet auteur. Quant à la question des oospores, ses conclusions, qu'on trouve dans la publication d'avril 1914 (VII, 16), sont d'un intérêt particulier. Il y dit ce qui suit : *Tous les efforts pour trouver des oospores dans des feuilles, tiges, tubercules ou fruits malades ont jusqu'ici été inutiles.* Par conséquent, il me semble que, quand même le Champignon est apte à produire des oospores dans des cultures pures artificielles, une telle production n'a lieu, dans la nature, dans aucune partie de la plante. *Pour la persistance de l'espèce d'une année à l'autre, la production d'oospores est donc sans aucune importance réelle.*

Recherches de Melhus

(1912-1915).

Dernièrement, le Mildiou de la Pomme de terre a été l'objet d'investigations approfondies de la part de J.-E. Melhus, à Madison (Wisconsin). En 1912, celui-ci se mit à l'étude de cette maladie. La première année, les essais furent exécutés dans une serre, et l'investigateur (I) dirigea ses efforts vers l'éclaircissement des questions suivantes : 1° Peut-on accepter pour fondée la théorie que le mycélium du Champignon, à l'époque de la germination du tubercule, se fraie un passage par les yeux de celui-ci pour pénétrer ensuite dans la pousse qui en est produite ? 2° Quelle est l'action de la température sur le développement du Champignon ?

Les caisses dans lesquelles se firent les essais étaient au nombre de quatre. Dans chacune d'elles 12 pommes de terre — dont 8 malades et 4 saines — furent mises à germer. La température variait de 4 à 6° (caisse 1), de 15 à 20° (caisse 2), de 20 à 22° (caisse 3) et de 23 à 27° (caisse 4), tous degrés centigrades. Les essais commencèrent le 16 janvier.

En voici les résultats : Le 24 février, c'est-à-dire 39 jours plus tard, la première caisse montrait un développement peu considérable et aucune pousse malade n'était à découvrir. Dans la seconde, il y avait de nombreuses pousses, dont 5 étaient atteintes. Dans la troisième, on remarquait également, 2 jours plus tard, de nombreuses pousses, dont 5 atteintes. La quatrième caisse enfin, où la maladie apparaissait en grande abondance, présentait 31 pousses affectées. A cette occasion, toutes les plantules produites par les tubercules sains offraient un aspect sain. Un examen microscopique constata la pénétration du mycélium.

Une nouvelle série d'essais fut instituée le 10 mars de la même année. Six caisses — dont 3 contenant des tubercules malades et 3 des tubercules indemnes — furent placées en serres à différentes températures (15 à 20° et 23 à 27° centigrades). La question était de savoir si le mycélium qui existe dans les tissus de la pousse se développe ensuite avec la plantule. Le 22 du même mois, Melhus trouva, dans l'une des caisses de la serre chaude, de nombreuses pousses parfaitement saines. Toutefois, le 7 avril suivant, c'est-à-dire 28 jours après la plantation des tubercules, il observa un symptôme de maladie apparent sur une plantule ayant 4 pouces de haut et développée d'une manière anormale. En arrachant cette plantule, on put constater que la partie inférieure en était noire et morte. La portion contiguë souterraine montrait aussi une coloration noire et était évidemment sur le point de mourir. Au-dessus du sol, la pousse était comme remplie d'eau jusqu'à une hauteur d'un centimètre à partir de la surface de la terre. Le restant de la plantule était encore vert et portait quatre feuilles bien développées.

Melhus dégage de ces expériences la conclusion suivante : Dans les cultures en serre et sous l'action de conditions favorables, le mycélium du Champignon de la Pomme de terre pénètre dans les pousses, dont il suit le développement.

Pendant les années de 1913 et de 1914, Melhus (II) poursuivait ses investigations. Ou bien elles se firent en serres, essentiellement suivant le programme d'études de 1912, ou bien elles eurent lieu en plein champ sur des terres de grande étendue.

Ces essais et surtout ceux de plein champ sont d'un intérêt spécial. Ils eurent lieu dans l'État de Maine où la maladie produit en général d'importants dommages. Pour l'année 1913, une terre qui durant 4 ans avait porté des plantes fourragères devait servir de champ d'essais. Les tubercules furent plantés le 6 juin. Sur une ligne, on sema 256 tubercules entiers, sur une autre 162 tubercules coupés, tous malades ; sur un troisième rang, entre les deux autres, on planta des Pommes de terre saines de la même variété (Green Mountain). Puis, on suivit scrupuleusement la température du sol à l'aide d'un thermographe enregistreur. Les observations furent poursuivies jusqu'au 4 août, c'est-à-dire environ deux mois (59 jours).

Les principaux résultats de ces recherches de 1913 sont résumés par Melhus (II, 83) en quatre points : 1) Seulement 63 °/₀ des tubercules entiers et 49 °/₀ des tubercules coupés germaient ; 2) Le mycélium des pommes de terre malades se développait, dans les essais de plein champ, de la même manière que dans les cultures en serres ; 3) Certaines pousses des tubercules malades se montraient atteintes avant même qu'elles fussent parvenues à la surface de la terre ; 4) D'autres pousses provenant de tels tubercules pouvaient traverser la couche de terre dont elles étaient recouvertes et constituaient ensuite les foyers de contagion d'où provenait l'infection des feuilles.

Occupons-nous d'abord de la dernière de ces assertions : production de spores à la surface de la terre ou un peu au-dessus du sol comme source véritable des crises périodiques de la maladie. L'examen minutieux des faits réunis et publiés par Melhus n'entraîne pas, me semble-t-il, la conviction. Le 13 juillet, c'est-à-dire 37 jours après la plantation des tubercules, cet auteur (II, 81-82) constata le noircissement de la tige d'une plantule provenant d'un tubercule coupé. Jusqu'à une hauteur d'un demi-pouce au-dessus du sol, cette tige était d'une teinte noirâtre, et trois jours plus tard elle était couverte de conidies. Après trois jours encore, la production de conidies s'arrêta. Ensuite, la *pousse succomba, et on la laissa par* *terre pour voir si elle allait contaminer le feuillage des pieds qui poussaient tout autour. Or, aucune infection ne se produisit.* Selon toute probabilité, dit Melhus, l'absence d'infection secondaire était due, en ce cas, à des conditions extérieures défavorables. Le 25 juillet seulement, c'est-à-dire 9 jours à partir du début de la production de conidies et 49 jours après la plantation des pommes de terre, une nouvelle éruption de maladie fut constatée et — remarquer bien cela — dans une toute autre partie du champ d'essais. Dès ce moment, de nouveaux foyers de contagion se produisaient les uns après les autres. A mon avis, c'est à peine si les éruptions tardives que nous venons de décrire peuvent démontrer d'une façon certaine la théorie de Melhus — théorie qui soutient que des pousses issues de tubercules malades sont les vrais foyers de contagion et causes de l'éruption normale du Champignon, sur les feuilles. Il est hors de doute qu'au moment où ces pousses commençaient à poindre, la crise périodique de l'altération était sur le point de prendre naissance.

Les essais de plein champ de 1914 étaient, à vrai dire, la réitération des recherches de l'année précédente, et les résultats des investigations de ces deux années étaient les mêmes. Or, cette fois on découvrit les premières taches foliaires dès le 22 juillet, ou 50 jours après la plantation des tubercules, laquelle avait eu lieu le 2 juin.

C

L'ÉTAT ACTUEL DU PROBLÈME DE L'HIVERNATION

Depuis de longues années, on cherche à éclaircir l'hivernation du Champignon de la Pomme de terre ainsi que la source de la réapparition de la maladie l'année suivante. En dépit de tous les efforts assidus des savants les plus éminents des différents pays, *nous ne sommes pas aujourd'hui arrivés beaucoup plus loin qu'on ne l'était il y a 70 ans,* pendant la première dizaine d'années qui suivit l'année de la grande invasion du *Phytophtora* en Europe et dans l'Amérique du Nord.

En 1861, de Bary (I) avait émis l'hypothèse d'un mycélium persistant dans le tubercule et croissant en suivant le développement du pied comme la source de la réapparition de la maladie. En 1863

(II) et en 1876 (III), cet auteur se donna beaucoup de peine pour compléter sa démonstration. Il paraît cependant qu'en réalité il n'est pas, lui-même, tout à fait pénétré de la vérité de sa théorie. C'est qu'il dit, dans un rapport de cette dernière année, d'une part (III, 153) : « J'ai montré qu'il n'y a pas, dans cette région, de formation d'oospores et que le mycélium persistant l'hiver se charge de la perperpétuation du Champignon, laquelle appartient autrement aux oospores » ; d'autre part (III, 113) : « On n'a pas observé les oospores du *Phytophtora*, mais par analogie il faut poser en fait qu'il en existe quelque part. La découverte de ces organes pourrait expliquer et la morphologie du Champignon et la persistance de la maladie d'une année à l'autre, question de très haute portée au point de vue pratique » ; et enfin (III, 126) : « Il faut admettre que le Champignon pourrait être hétéroïque, quand même cela ne paraît pas très vraisemblable » (1). Ces énoncés simultanés, à plusieurs égards contradictoires, font soupçonner que de Bary, lui-même, n'est pas convaincu de la vérité de sa théorie mycélienne. Plusieurs auteurs suivants sont aussi très peu inclinés à adopter cette théorie. Ainsi Hecke (I, 128) dit qu' « il est très invraisemblable que le Champignon puisse pénétrer la pousse et se développer avec elle sans la tuer ». De plus, il considère (I, 130) que ni les recherches de ses prédécesseurs, ni les observations qu'il a faites lui-même « n'ont pu démontrer que le Champignon, après avoir persisté l'hiver dans le tubercule, monte dans les pousses et les couvre de fructifications pour constituer ensuite, l'année suivante, un nouveau foyer de contagion ».

Cette hypothèse a été examinée par un grand nombre de savants et surtout plus récemment par Clinton, Jones et Pethybridge. Cependant, ces examens ont toujours donné des résultats négatifs. Ainsi on ne se tromperait guère en disant qu'elle n'a point réussi à expliquer l'hivernation du Champignon.

---

(1) L'idée de l'hétérœcie du Champignon de la Pomme de terre a été émise antérieurement par H. M. Jenkins (I), en 1874, et par W. G. Farlow (I), en 1875. Les énoncés de ces auteurs comme aussi l'affirmation que de Bary (Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung, 1875, p. 153) aurait découvert l'hétérœcie de ce Champignon, lequel serait capable de se transmettre au Trèfle, ont amené certaines Revues agricoles de l'Amérique à conseiller aux agriculteurs de ne pas cultiver les Pommes de terre après le Trèfle, ni après d'autres plantes fourragères. Il a été constaté, cependant, que cette découverte prétendue de de Bary n'était qu'une erreur ; dès lors, les avertissements ont cessé.

De même, les efforts d'attribuer la persistance de la maladie à des spores d'hiver ont toujours été suivis d'insuccès. Toutefois, à la suite d'études et recherches attentives et assidues, plusieurs auteurs ont obtenu les oogones et les oospores du Champignon, quand ils l'ont cultivé en certains milieux artificiels, surtout sur des bouillons d'avoine et de haricot gélosés. Cependant, ces oospores, qui ne parvenaient pas à leur maturité, ne germaient jamais. Par conséquent, l'hypothèse des oospores est, elle aussi, insuffisante pour éclaircir d'une façon complète la transmission du Champignon.

Les théories de Kühn, de Hecke et de Massee, citées plus haut, ne se sont pas montrées plus soutenables.

Reste ainsi seulement la supposition émise par Worthington Smith et Wilson, supposition que les mycologues suivants se refusent tous à accepter, c'est-à-dire *l'hypothèse d'une phase plasmatique latente au-dedans des pieds de Pomme de terre.*

Je vais résumer ici l'ensemble de mes nouvelles études sur le sujet.

D

ETUDES ET OBSERVATIONS DE L'AUTEUR (1)

1. Eruption précoce de l'altération au printemps.

Le 18 avril 1910, le jardinier A. Westergren à Ulriksdal, près de Stockholm, m'envoya quelques pieds de Pomme de terre cultivés sous châssis, gravement atteints par le *Phytophtora infestans*. Les pieds avaient environ un mètre de haut et portaient de nombreuses tiges et feuilles bien développées. Les tiges montraient des taches allongées sombres, couvertes d'une moisissure abondante. Sur la photographie reproduite ci-après (fig. 1), on distingue nettement ces taches. Les feuilles — limbes aussi bien que pétioles — étaient, en apparence, saines.

L'année suivante (1911), je reçus du jardinier G. Fremberg à Tjolöholm, dans le voisinage de Gothebourg, quelques pieds affectés d'une manière égale. J'en fis aussi prendre des photographies (fig. 2 et 3). Les pieds avaient plus de 0m, 5 de hauteur, et les nouveaux

---

(1) Une note préliminaire sur les résultats principaux de ces études a été présentée à l'Académie des Sciences de Paris, à la séance du 24 juillet 1916.

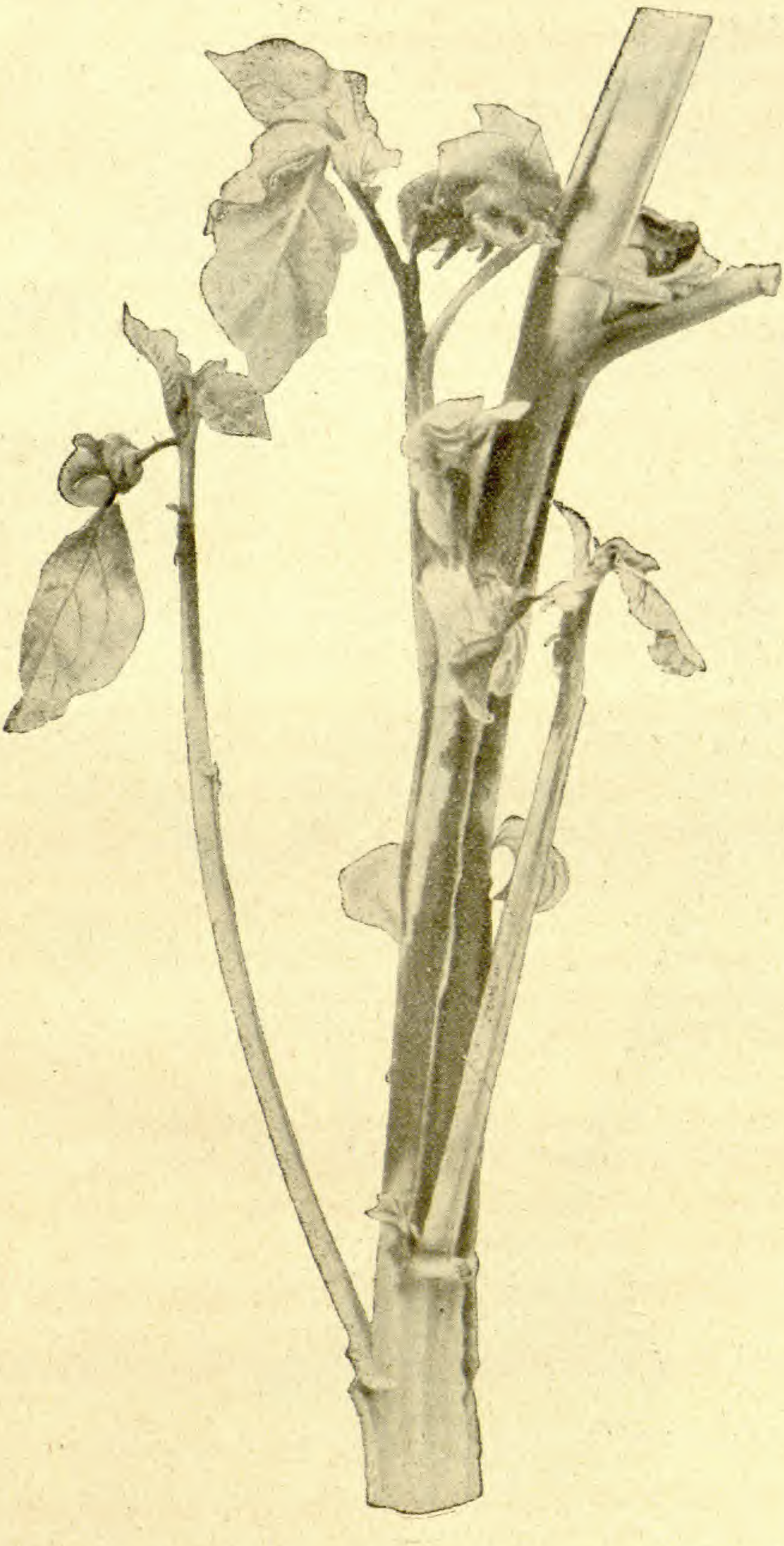


Fig. 1. — *Phytophtora infestans*. Eruption précoce sur pied en couche ; tige couverte des taches allongées sombres du Champignon. Ulriksdal, près de Stockholm, 18 avril 1910.

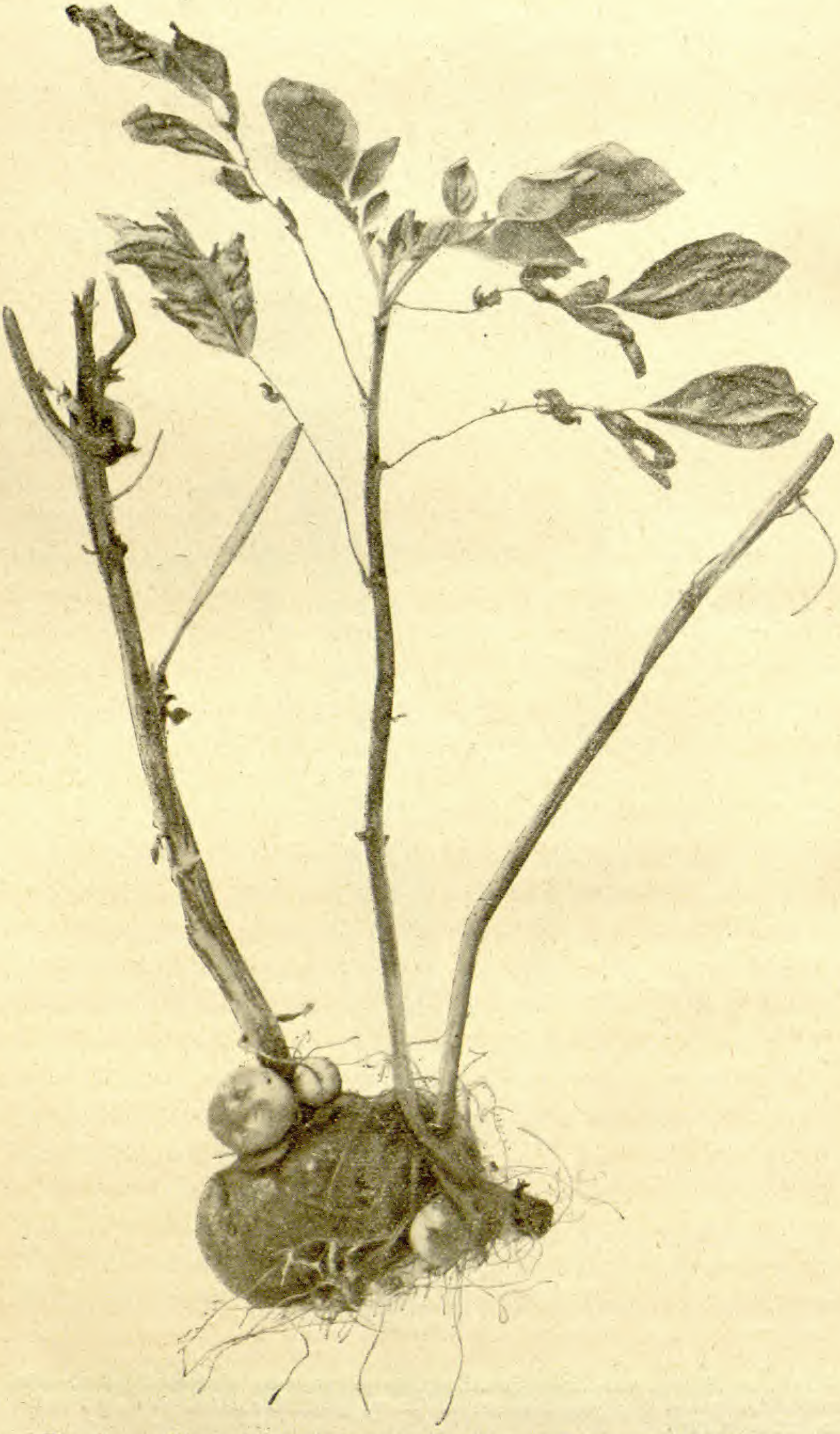


Fig. 2. — *Phytophtora infestans*. Eruption précoce sur pied cultivé sous châssis ; pétioles atteints, filiformes. Tjolöholm, près de Gothebourg, 20 avril 1911.

tubercules commençaient à se former. Ces Pommes de terre avaient, elles aussi, été cultivées sous châssis. Dans une lettre, qui les accompagnait, l'envoyeur écrivit ce qui suit : « La maladie n'attaque que les plantes adultes. La variété dont il s'agit est connue sous le nom de *Perfecta*. Elle a été importée de l'Allemagne, il y a un an. Le premier été, les Pommes de terre, cultivées en plein champ, n'ont montré aucune trace de maladie ». — Les tiges des pieds de cet envoi étaient, elles aussi, atteintes par le parasite, tandis que les limbes des feuilles ne présentaient en général aucune tache malade.

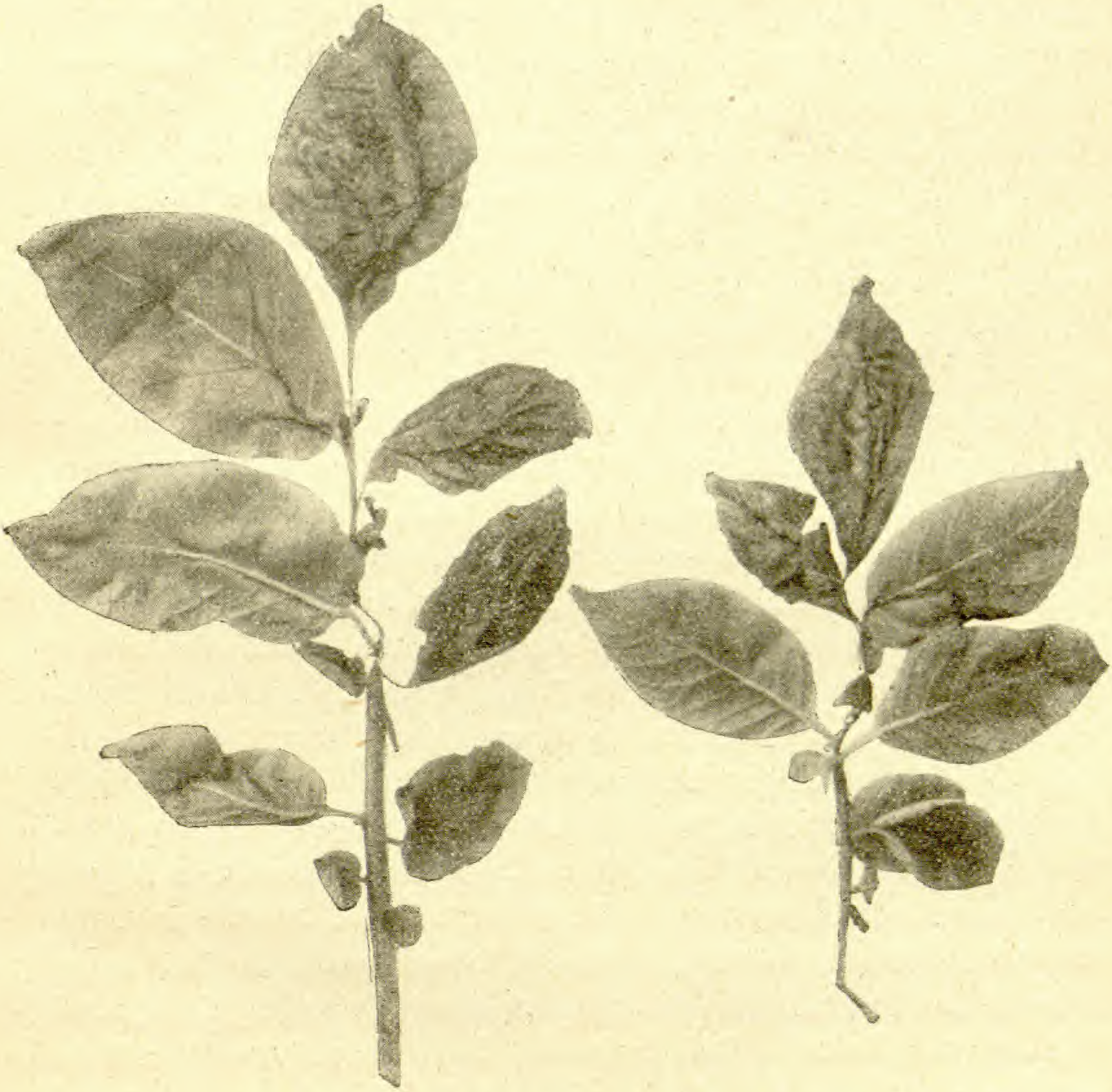


Fig. 3. — ***Phytophtora infestans.*** Même origine que figure 2.

C'était, en ce cas surtout, les supports des folioles qui se montraient détruits par le parasite. Par suite de l'attaque du Champignon, ceux-ci étaient — en totalité ou seulement en partie — fort amincis, souvent même filiformes. Voir les figures 2 et 3.

Dans la littérature étrangère je n'ai trouvé que deux fois des énoncés d'une telle apparition précoce de la maladie au printemps. En 1902, E. Roshup (I, 188) écrit ce qui suit : « Dans les Pommes de terre sur couches on voit parfois dès le mois de mars des traces évidentes d'une invasion primaire. Les tiges montrent des taches allongées, décolorées, couvertes d'une moisissure gris pâle ». Et en 1913 Melhus (I, 486) parle d'un tel pied de Pomme de terre qu'il fait aussi reproduire. Le 7 avril 1912, il en avait trouvé la tige couverte de moisissures. Cette plante avait été élevée en serre (23-27 degrés centigrades). Les tubercules avaient été plantés le 10 mars.

Comme nous le savons bien, le facies de la maladie, à la première apparition automnale (fin de juillet — commencement de septembre) sur les Pommes de terre de plein champ, est tout à fait différent. Pour lors, les premières taches se montrent — presque sans exception — sur les limbes des feuilles, tandis que les tiges et les pétioles conservent un aspect normal et sain quand bien même les taches, dont sont couverts les limbes, datent, selon toute apparence, de 3 à 4 jours même. La figure 4 met devant les yeux une telle invasion primaire : La feuille provient d'une culture de plein vent ; elle fut récoltée le 18 août 1915, puis photographiée immédiatement. Au dernier examen, qui avait eu lieu le 14 août, on n'avait pu découvrir de traces de maladie ni sur celle-là, ni sur les autres feuilles de la culture, qui comprenait, somme toute, 20 pieds luxuriants. De là vient que l'atteinte ne pouvait dater que de 4 jours, tout au plus. Il s'agissait de la variété Early Rose, laquelle est très sujette à cette maladie.

Au point de vue de la localisation, l'apparition précoce de l'altération, en avril, sur les pieds cultivés sous châssis diffère essentiellement de l'éruption normale de la maladie, en août, dans les champs de Pommes de terre. Cette inégalité est sans doute à expliquer par l'effet des différentes conditions extérieures dans lesquelles ont été réalisées les cultures, d'un côté des conditions de chaleur et d'humidité particulièrement favorables au développement rapide des pieds, de l'autre les circonstances naturelles qui se produisent dans la nature. En considérant la chose de plus près, on voit tout de même que *ces deux éruptions présentent aussi certaines analogies entre elles.*

Dans les deux cas, l'invasion est subite, et le Champignon n'est

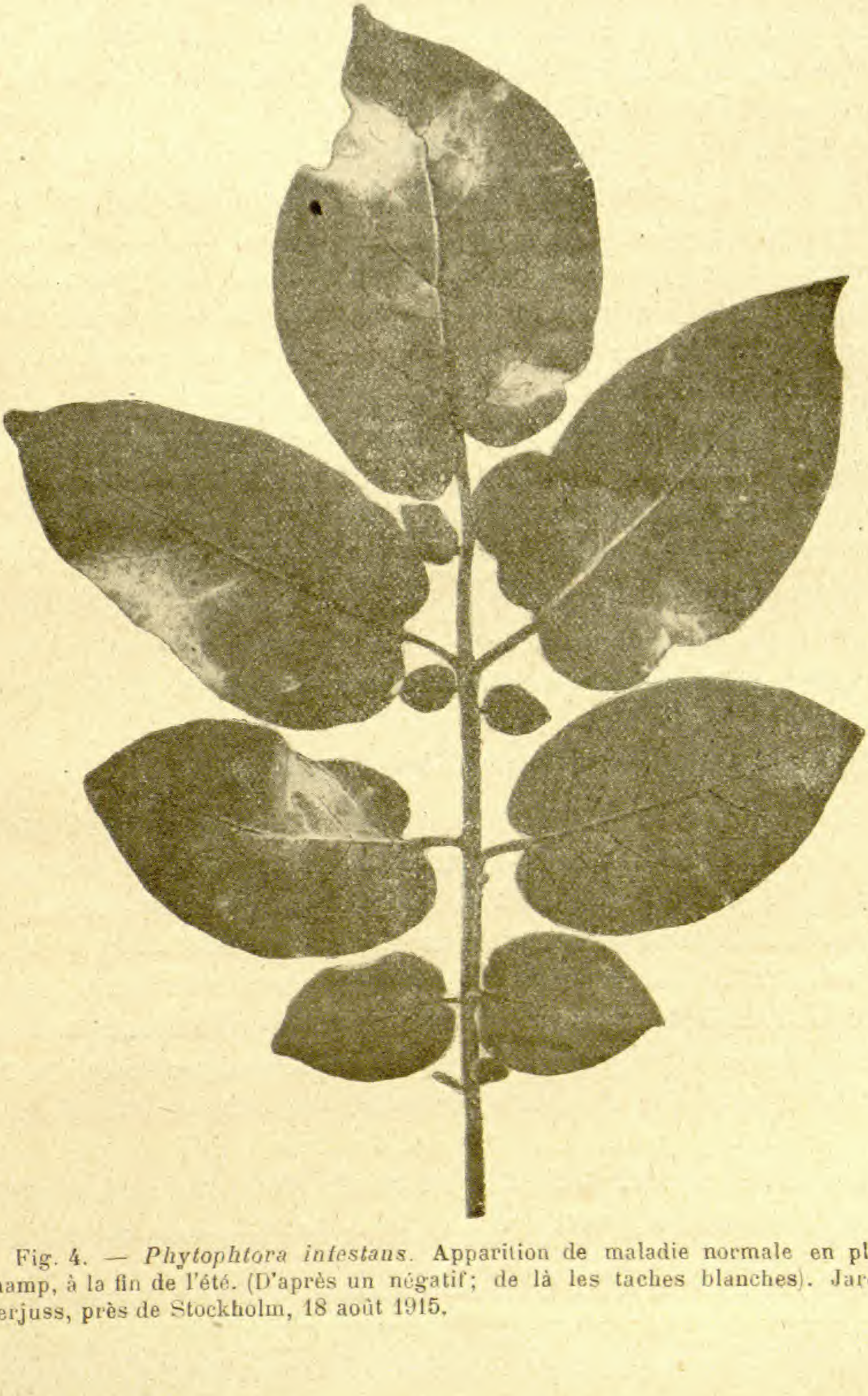


Fig. 4. — *Phytophtora infestans.* Apparition de maladie normale en plein champ, à la fin de l'été. (D'après un négatif; de là les taches blanches). Jardin Berjuss, près de Stockholm, 18 août 1915.

pas longtemps à envahir une partie bien considérable de l'organe en question, dans l'un des cas la tige, dans l'autre la feuille. Au bout de 3 à 4 jours, tout au plus, la plus grande partie en est atteinte. A mon avis, il est de toute impossibilité de supposer qu'une certaine des stries qui, en avril, couvrent les tiges ou les pétioles des pieds sous châssis (fig. 1) ou une seule des grandes taches sombres que présentent, en août, les feuilles des pieds de plein champ (fig. 4) constitueraient le centre primaire de contagion, d'où seraient provenues toutes les autres parties malades. Contre une telle explication parle surtout le fait que la durée de l'incubation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule de l'inoculation à l'éruption de la maladie — comprend, dans les cas les plus favorables, au moins 5 jours, chose affirmée par les expériences d'un grand nombre de savants. Sans aucun doute, *les stries et les taches qui couvrent les organes qu'on voit reproduits par les figures 1 à 4* se rapportent entièrement à la même catégorie. Je ne me tromperai donc guère en disant qu'elles *sont toutes des taches primaires.* En tenant surtout compte des superficies malades très considérables, je suis aussi arrivé à penser qu'il faut, dans tous les deux cas, chercher *la source de la maladie dans l'intérieur des organes, c'est-à-dire dans un germe de maladie interne* (1).

Or, il y a encore une analogie entre l'éruption printanière de la maladie sur les tiges sous châssis et l'éruption automnale du Champignon sur les feuilles de plein vent ; dans les deux cas, *les pieds attaqués ont atteint le maximum de leur développement.*

Maints observateurs ont constaté que *le Mildiou apparaît généralement dans les champs* de Pommes de terre *quand la saison est avancée, le plus souvent dans le mois d'août.* En Angleterre, par exemple, la maladie est connue sous le nom de « late blight », c'est-à-dire la maladie ou l'épidémie tardive. Si, une fois ou l'autre, on a cherché à expliquer ce phénomène, on a presque sans exception eu recours aux conditions météorologiques qui se sont produites à la fin de l'été et lesquelles on a alors jugées très favorables au développement du Champignon. Or, on n'a pas de peine à voir que par cette explication le problème n'est point résolu d'une manière satisfaisante. Toujours est-il vrai que l'intensité du mal, dans les récoltes de Pommes de terre, peut varier sensiblement avec les années. Il est donc possible que des variations légères dans le moment de l'éruption — apparition des taches primaires une ou deux semaines plus tôt ou plus tard et, certaines années, absence absolue de la maladie — puissent tenir aux différentes conditions atmosphériques des jours qui précèdent immédiatement l'éclosion du mildiou. Quoiqu'il en soit, il faut toujours admettre que l'éruption de la maladie a lieu fort tard.

---

(1) En 1906, Massee (I, 111) fait la même réflexion, en émettant sa théorie d'un *mycélium* latent, présent dans le pied de Pomme de terre entier.

(A suivre.)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

L. MAIRE. — **Etude synthétique sur le genre *Tricholoma*.**

Les connaissances actuellement acquises sur les Basidiomycètes sont, pour certains genres, assez étendues pour que l'on soit à même de présenter leur ensemble dans une étude synthétique. M. L. Maire vient de publier une étude de ce type sur le genre *Tricholoma*.

L'auteur choisit *onze* espèces bien distinctes, faciles à caractériser, et autour de chacune d'elles, il groupe les formes qui s'en rapprochent le plus à titres de sous-espèces ou de variétés. Les types choisis sont les suivants : *Tricholoma melaleucum, nudum, Georgii, truncatum, aggregagatum, sulfureum, terreum, rutilans, columbetta, sejunctum, striatum.*

Cette manière de présenter l'ensemble d'un genre fait bien voir les diverses sortes et les divers degrés d'affinités des espèces entre elles. M. Maire a été bien inspiré en l'employant, et on ne peut que souscrire, d'une façon générale, aux rapprochements qu'il a faits. Cette méthode cependant a un inconvénient. Quand on ne veut pas trop multiplier le nombre des types, on est souvent amené à forcer un peu les rapprochements, et peut-être l'auteur n'a-t-il pas complètement évité ce défaut. Par exemple le type du *Tr. aggregatum* nous semble un peu trop compréhensif. C'est un peu risqué d'indiquer seulement à titre de sous-espèce le *Tr. saponaceum* qui est une forme bien différente, et elle-même bien caractérisée.

En outre dans la hiérarchisation assez compliquée qu'a établie M. Maire, il a été amené à employer des mots identiques dans des sens différents. C'est ainsi que le *Tr. saponaceum,* indiqué, comme nous venons de le voir, comme *sous-espèce* de *T. aggregatum,* a lui-même des *sous-espèces,* dont, par exemple, le *T. album.*

Mais, abstraction faite de quelques défauts, plutôt inhérents à la méthode — et quelle méthode n'a pas les siens — que dus à l'auteur, on peut dire que l'étude de M. Maire est fort judicieusement faite.

Une clé dichotomique très complète est ajoutée et rendra bien des services pour les déterminations spécifiques.

Dans un chapitre des plus intéressants, l'auteur signale les affinités du genre *Tricholoma* avec divers autres genres, *Armillaria, Collybia, Clitocybe, Hebeloma, Marasmius, Hygrophorus.*

A signaler que l'auteur retranche du genre *Tricholoma* pour les placer dans le genre *Collybia* un certain nombre d'espèces : *cælatum, ionides, chrysenteron, carneum, putidum, pædidum.*

Nous ferons un léger reproche à l'auteur. Habitué à étudier des diagnoses latines, il a parfois employé, en français, des expressions qui ne sont que des mots latins auxquels il donne une terminaison française. Nous admettons bien que l'on nous parle, en latin, de *pileus gilvus, cuticula rivulosa, stips strigosus*. Mais nous aimons moins, en français ; chapeau gilve, cuticule rivuleuse, pied strigueux.

Mais cette objection de détail n'enlève rien à la valeur fondamentale de ce travail synthétique. Quand on l'a lu, on se fait une bonne idée des limites du genre *Tricholoma,* de ses relations avec les genres voisins, et de l'étendue des variations de formes qu'il présente. L'auteur s'est vraisemblablement proposé de nous présenter ces diverses notions dans leur ensemble. On peut dire qu'il a parfaitement atteint ce but. Il est à souhaiter de voir paraître sur les principaux genres des études inspirées par le même esprit.

LÉON DUFOUR.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Alfred DASTRE, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, Professeur de Physiologie à la Sorbonne, a été renversé par une automobile militaire, à Paris, et est mort des suites de cet accident. Les beaux travaux de Dastre ont surtout trait à la Physiologie animale, mais le célèbre savant qui avait contribué à la rédaction du volume de Claude Bernard sur les *Phénomènes communs aux animaux et aux végétaux,* s'est occupé aussi de questions relatives à la Physiologie générale. Il a étendu aux végétaux ses recherches sur les corps gras et sur les réserves, et ses travaux sur l'osmose intéressent particulièrement la Physiologie végétale. Ajoutons que c'est sous son impulsion que les deux enseignements de Physiologie animale et de Physiologie végétale ont été réunis à la Sorbonne pour la préparation d'un Certificat de Licence qui, sur sa proposition, a été intitulé : *Physiologie générale.*

⁂

M. Charles-Eugène BERTRAND, Correspondant de l'Institut, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille, est mort au mois d'août dernier, à Lille. Il était connu surtout par ses nombreux travaux d'anatomie et avait institué une nomenclature spéciale pour dénommer par des formules les divers tissus et les différentes régions que l'on peut distinguer dans la structure des végétaux. On peut citer parmi ses élèves MM. Hovelacque, Lignier et Quéva.

⁂

L'Académie des Sciences a décerné les prix suivants pour l'année 1917 :

Prix Gay (Géographie), à M. Henri Jumelle, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Marseille.

Prix Desmazières (Cryptogames), à M. Carl-Hansen Ostenfeld, de Copenhague.

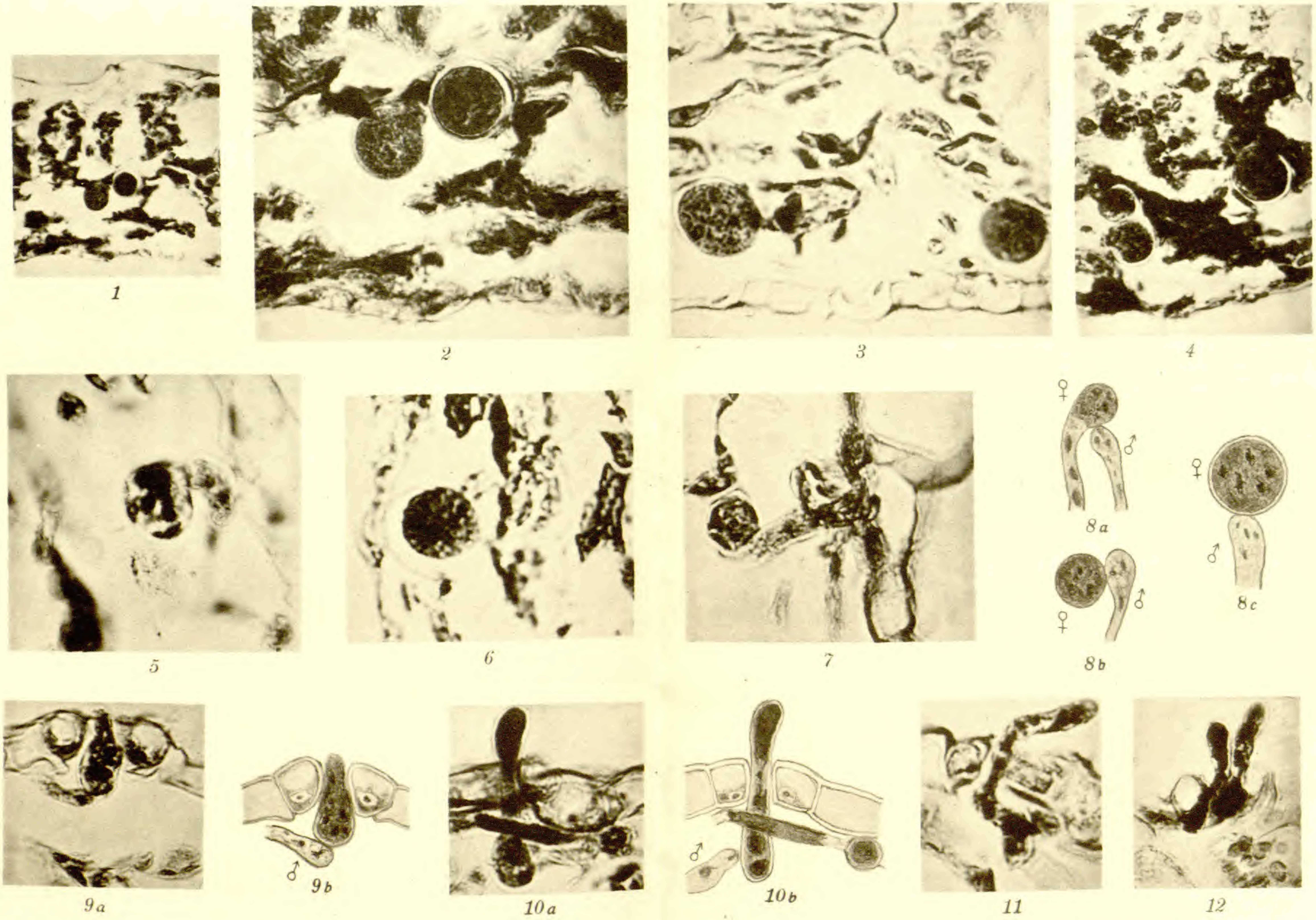
Prix Montagne (Cryptogames cellulaires), à M. Pavillard, de Montpellier.

Prix Thore (Cryptogames inférieurs), à Mme Valentine Moreau.

Prix de Coincy (Familles de Phanérogames), à M. Guillaumin, Préparateur au Muséum d'Histoire Naturelle.

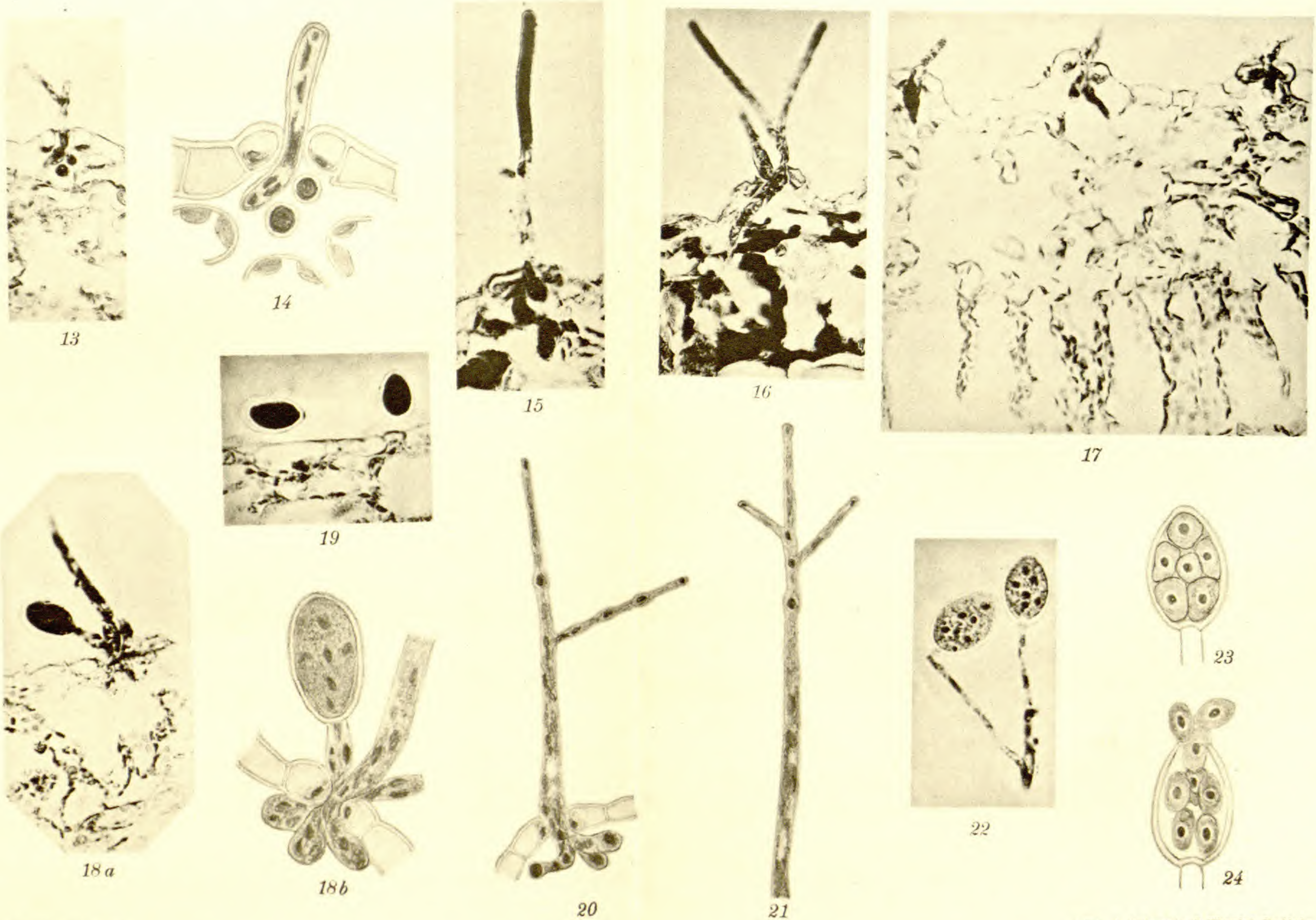
Prix de Rufz de Lavison (Physiologie végétale), à M. Marin Molliard, Professeur de Physiologie végétale à la Sorbonne.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant* : Henri Bouloy.


1
2
3
4
5
6
7
♀
♂
8 a
♀
♂
8 c
♀
♂
8 b
9 a
♂
9 b
10 a
♂
10 b
11
12

Ad nat. phot et delin.
Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

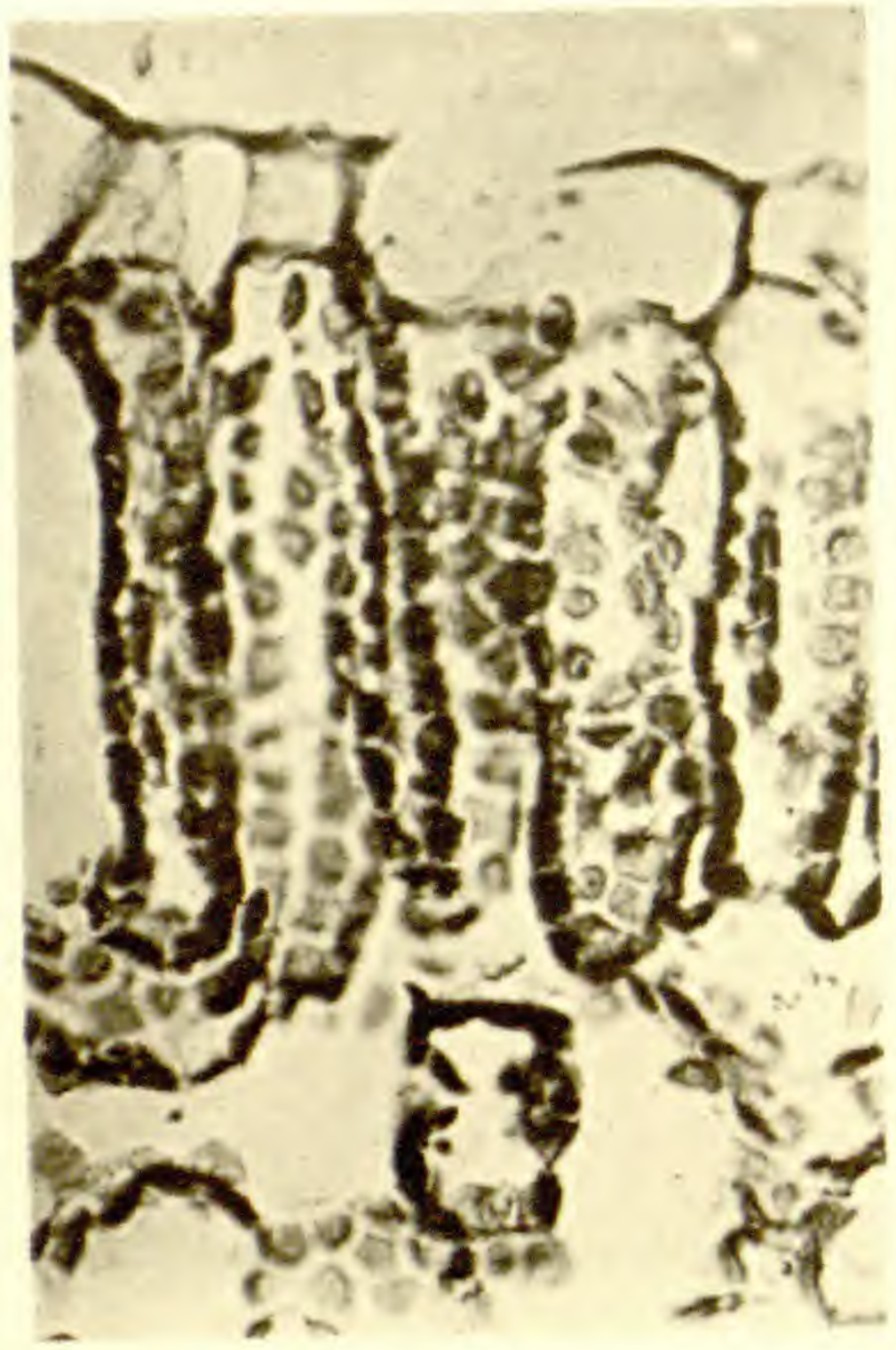
Phytophtora infestans: *Les oospores (1—4), leur origine (5—8) et leur germination (9—12).*


13
14
15
16
17
19
18 a
18 b
20
21
22
23
24

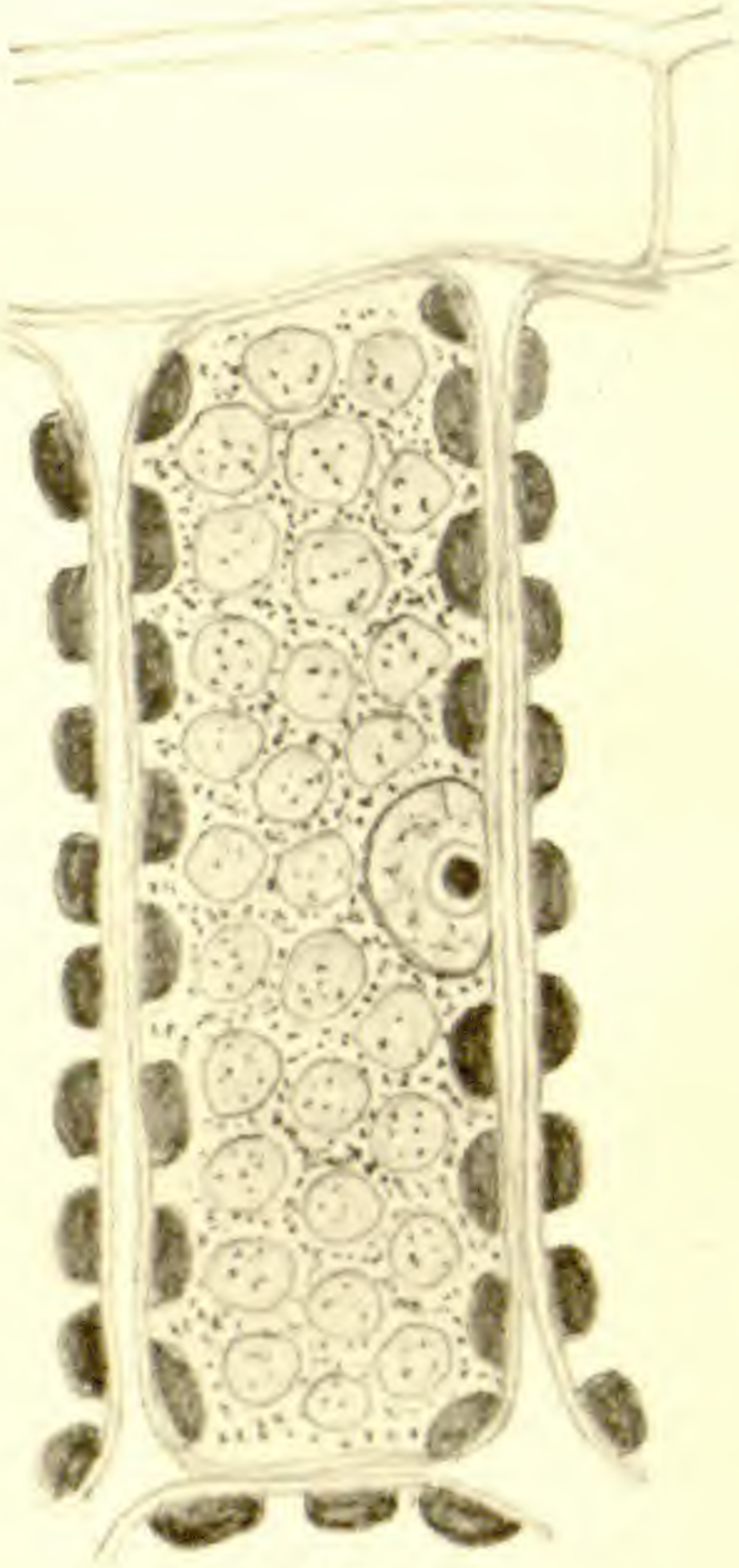
Ad nat. phot. et delin.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

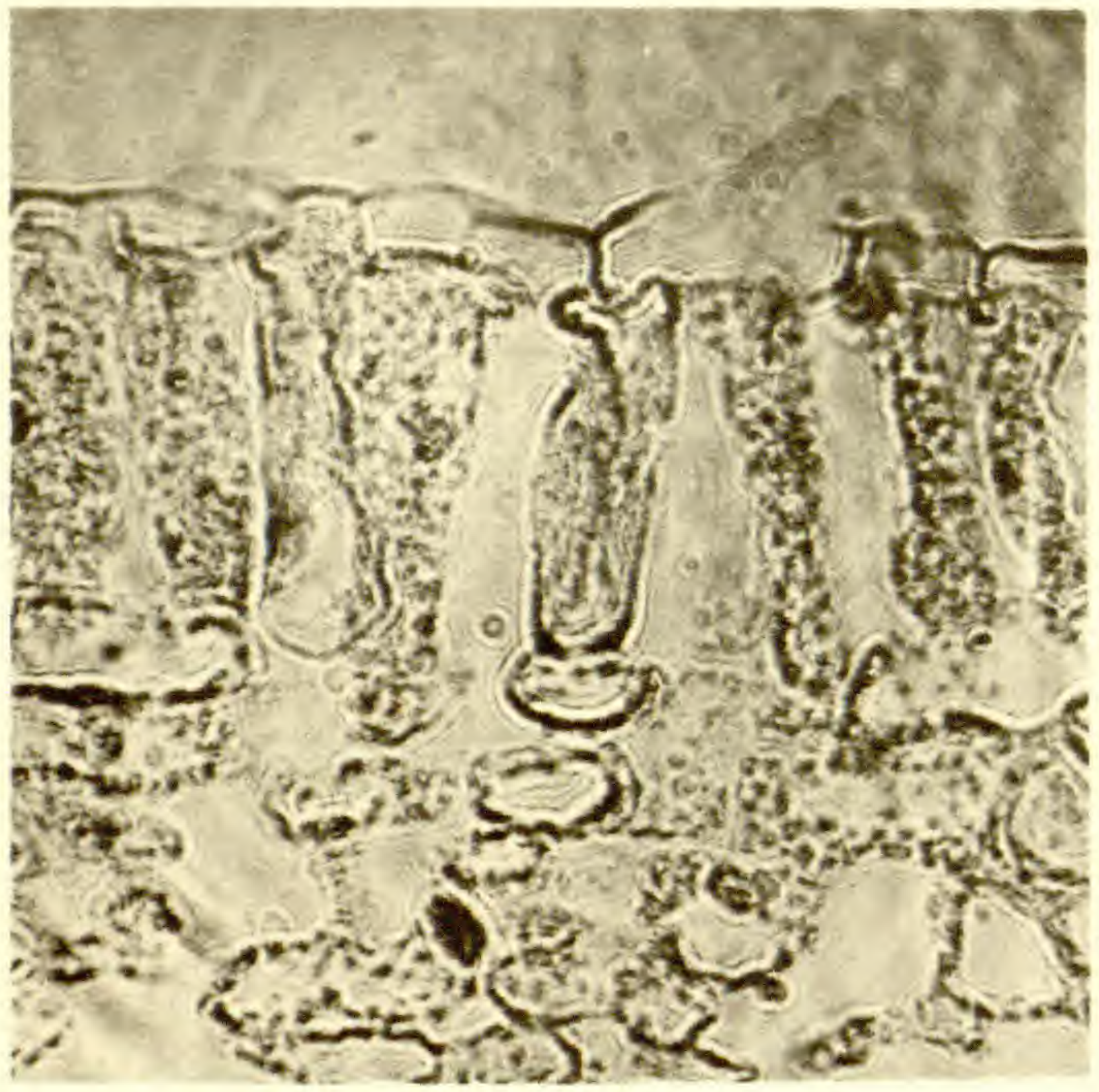
Phytophthora infestans: Origine du mycelium aërien primaire et des spores aëriennes primaires.



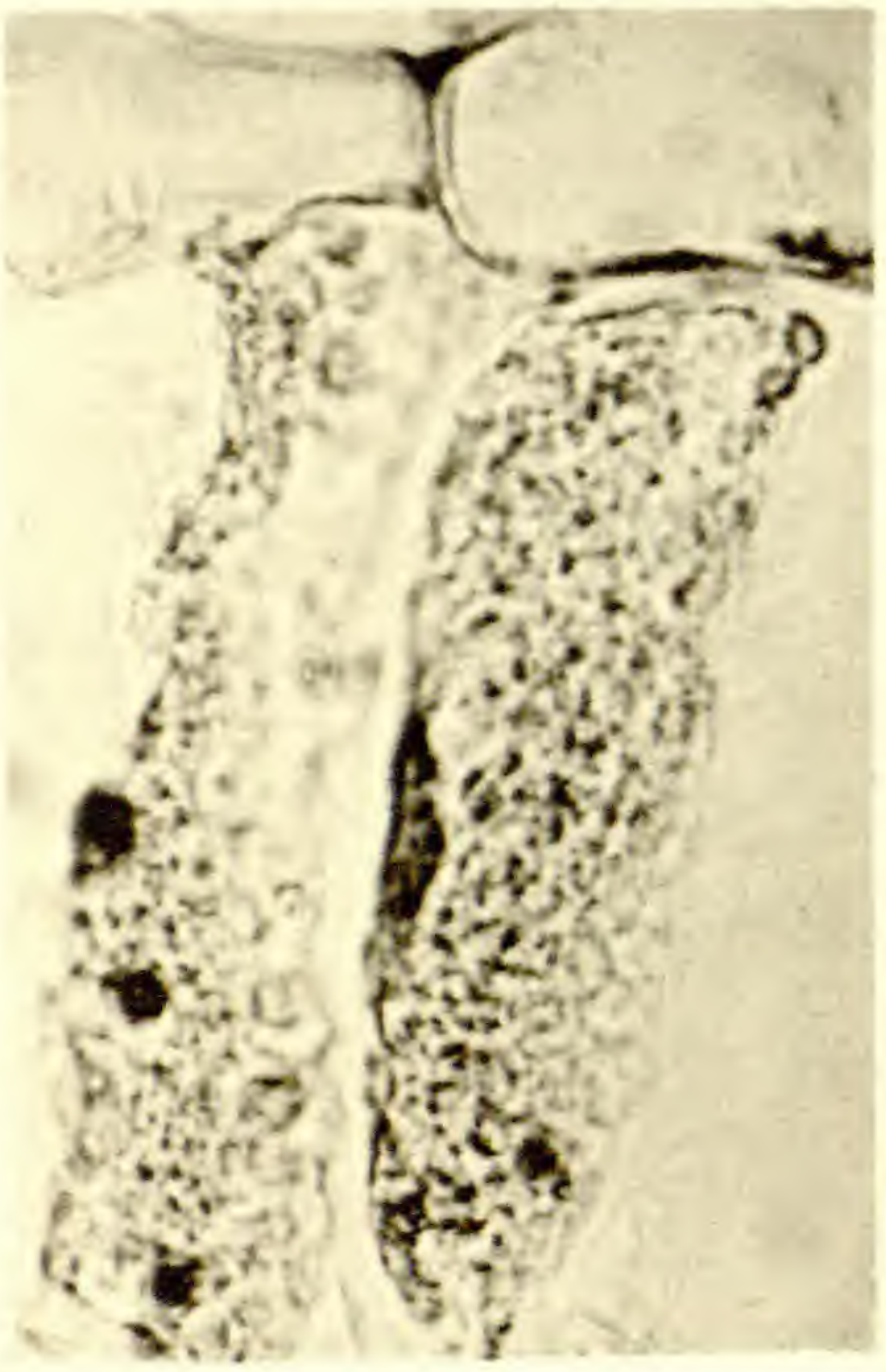
25



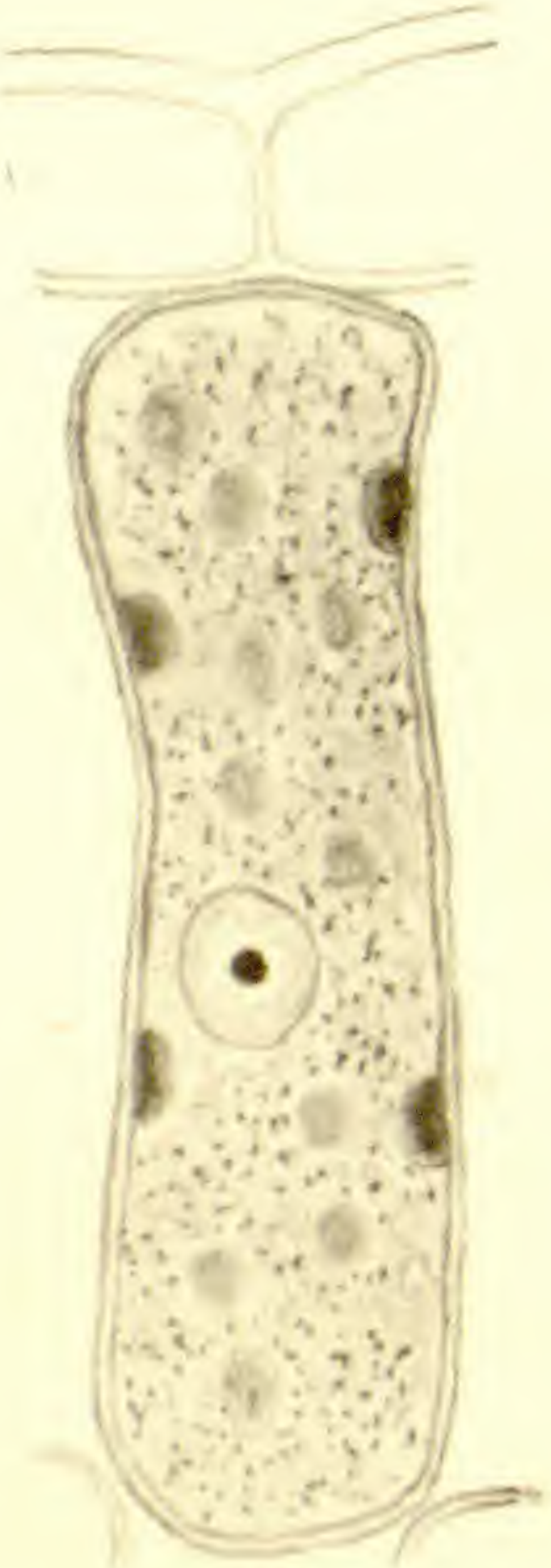
26



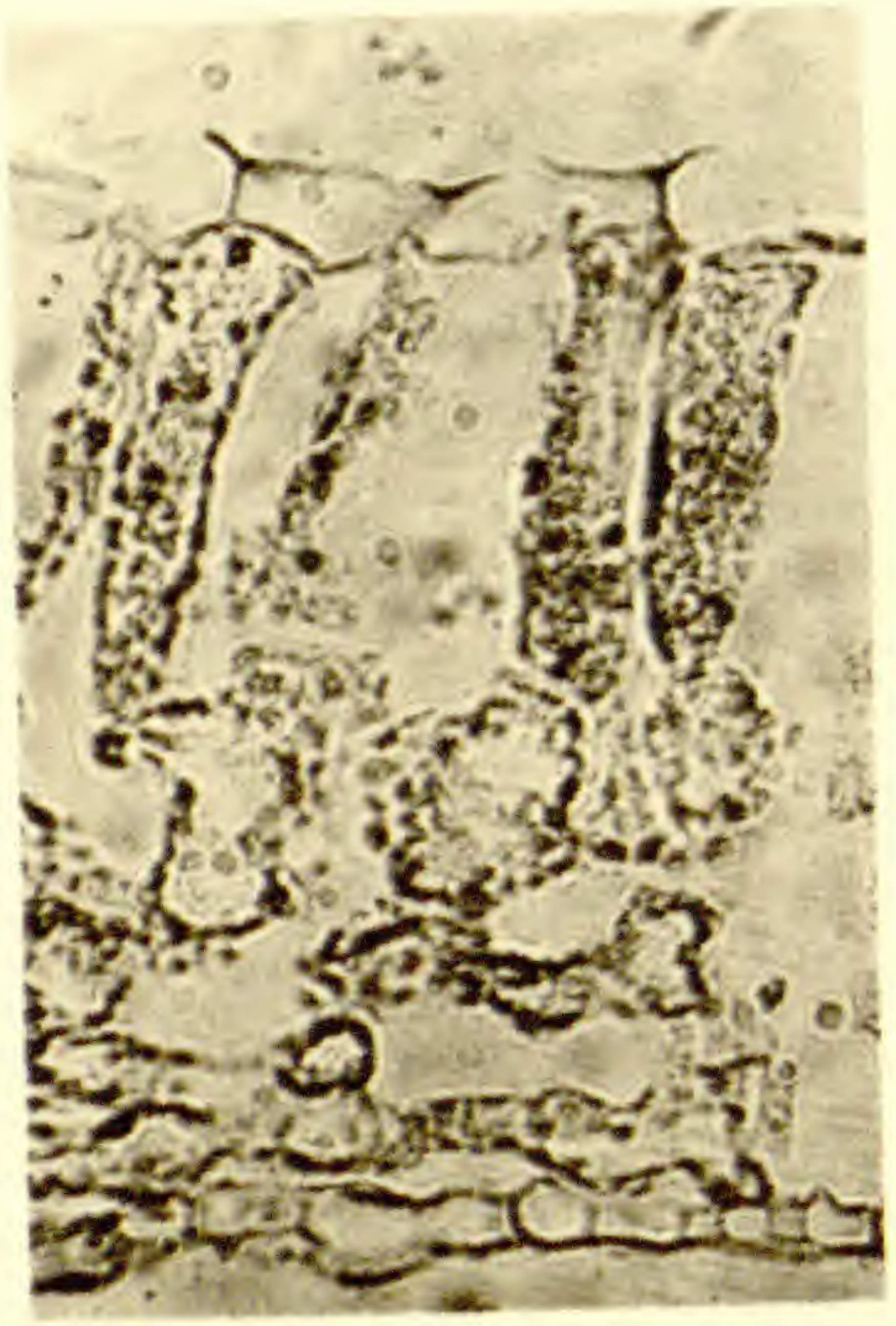
27



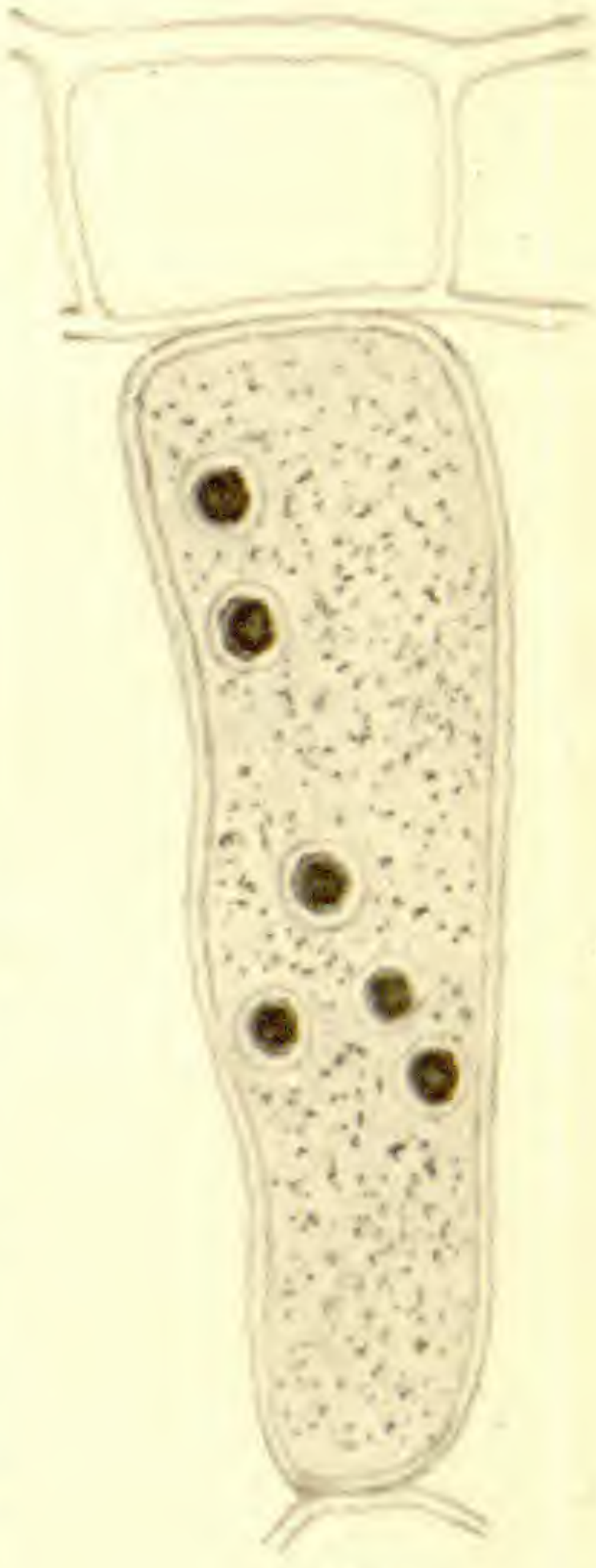
28



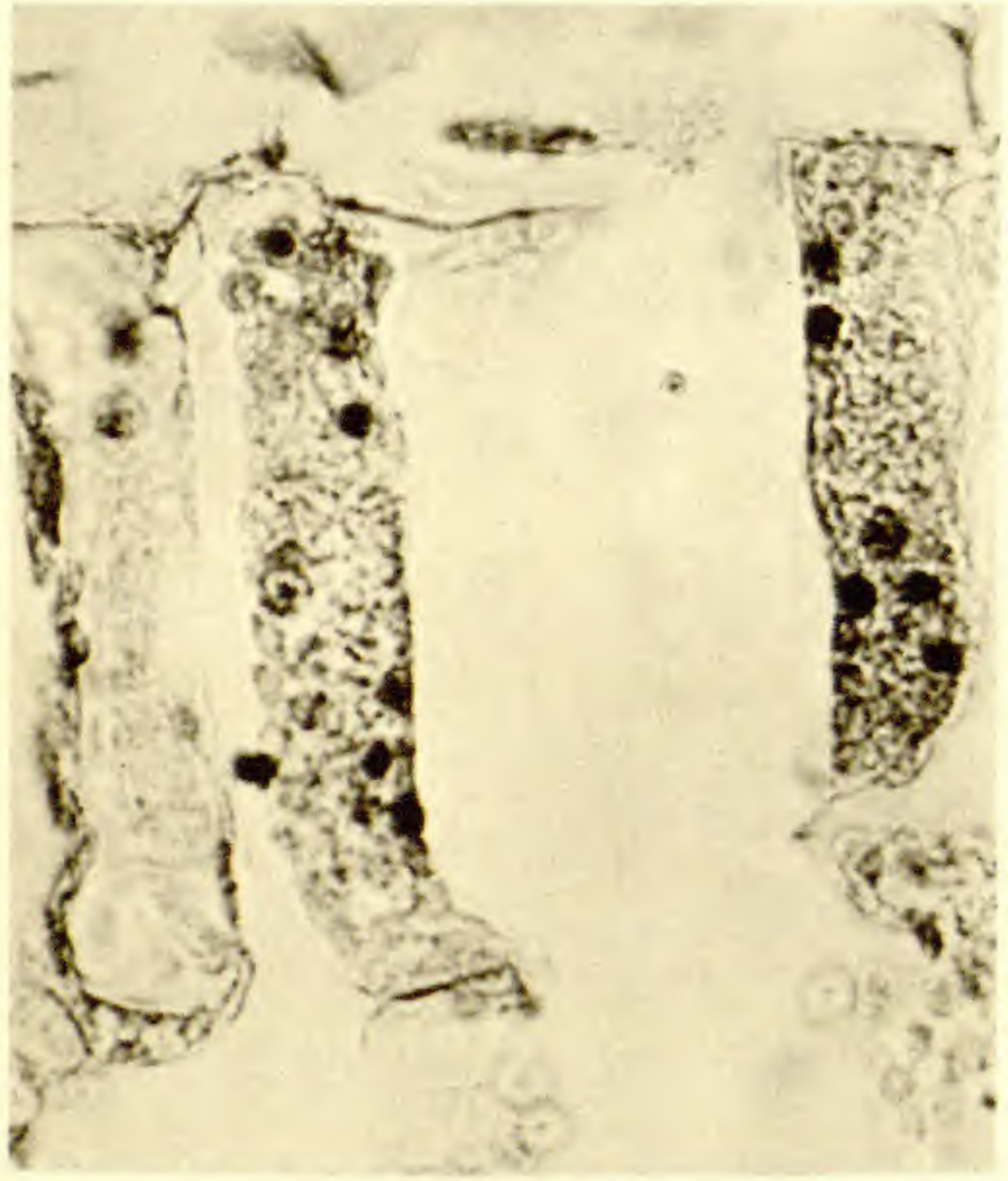
29



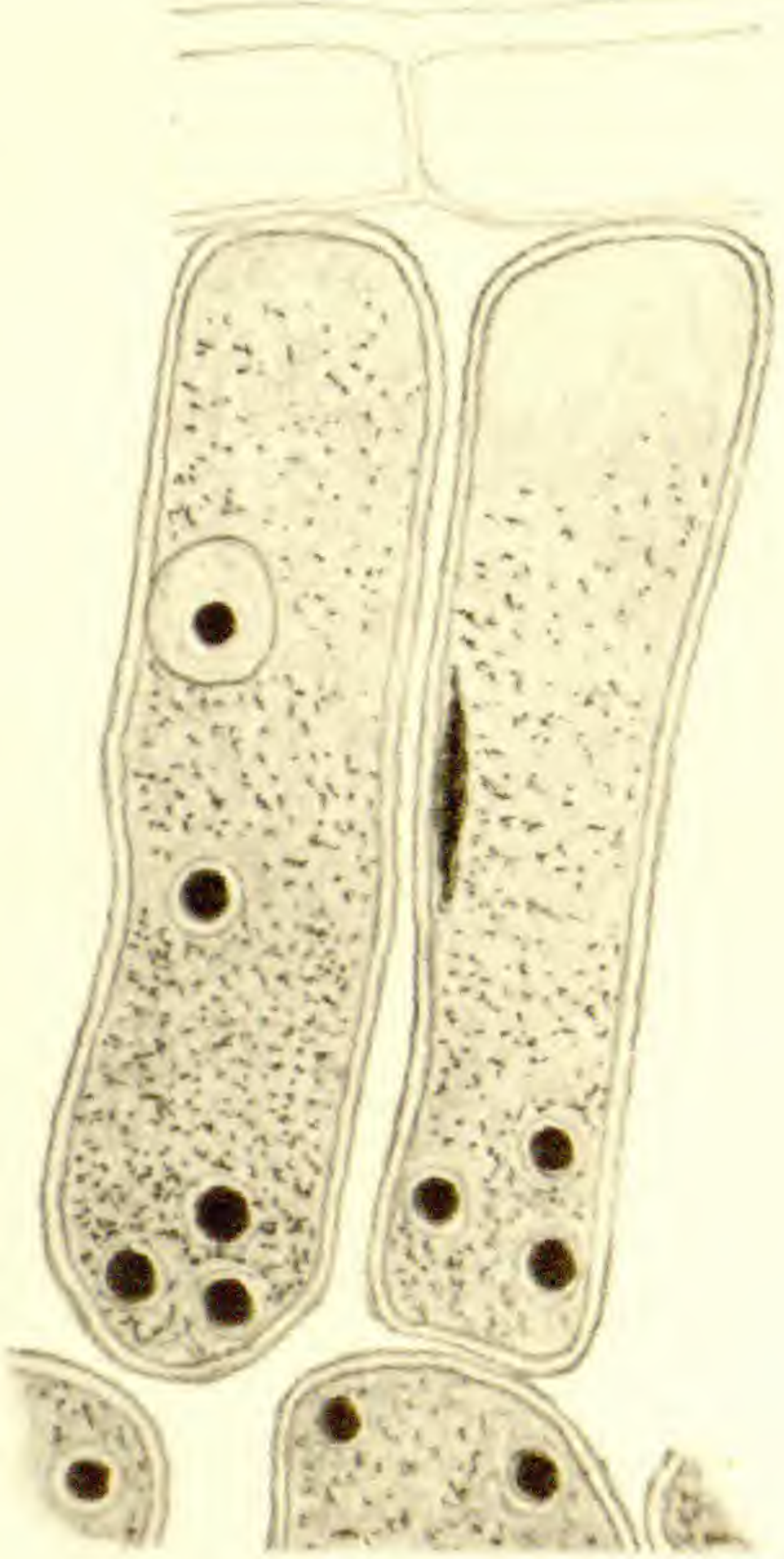
30



31



32

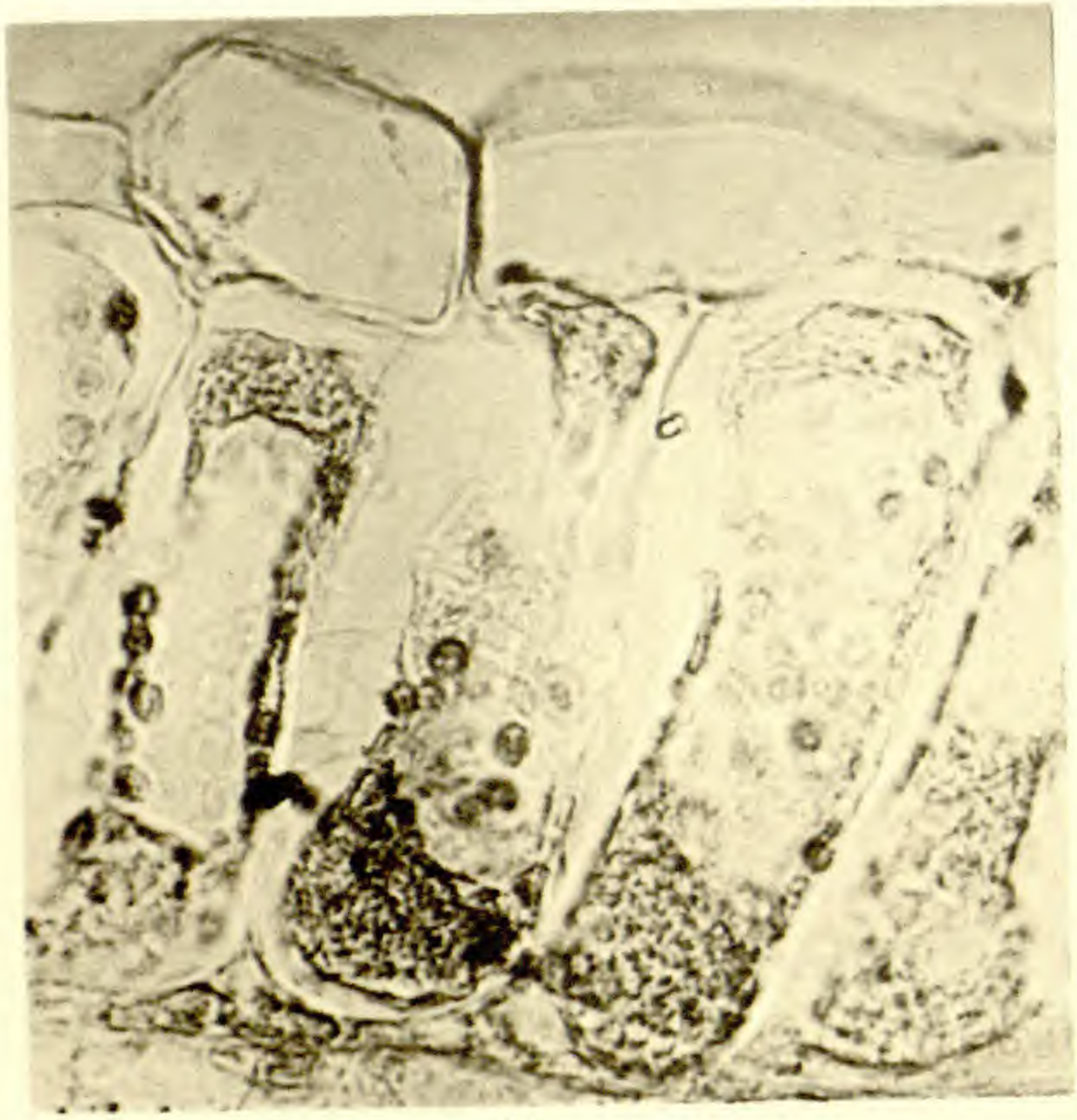


33

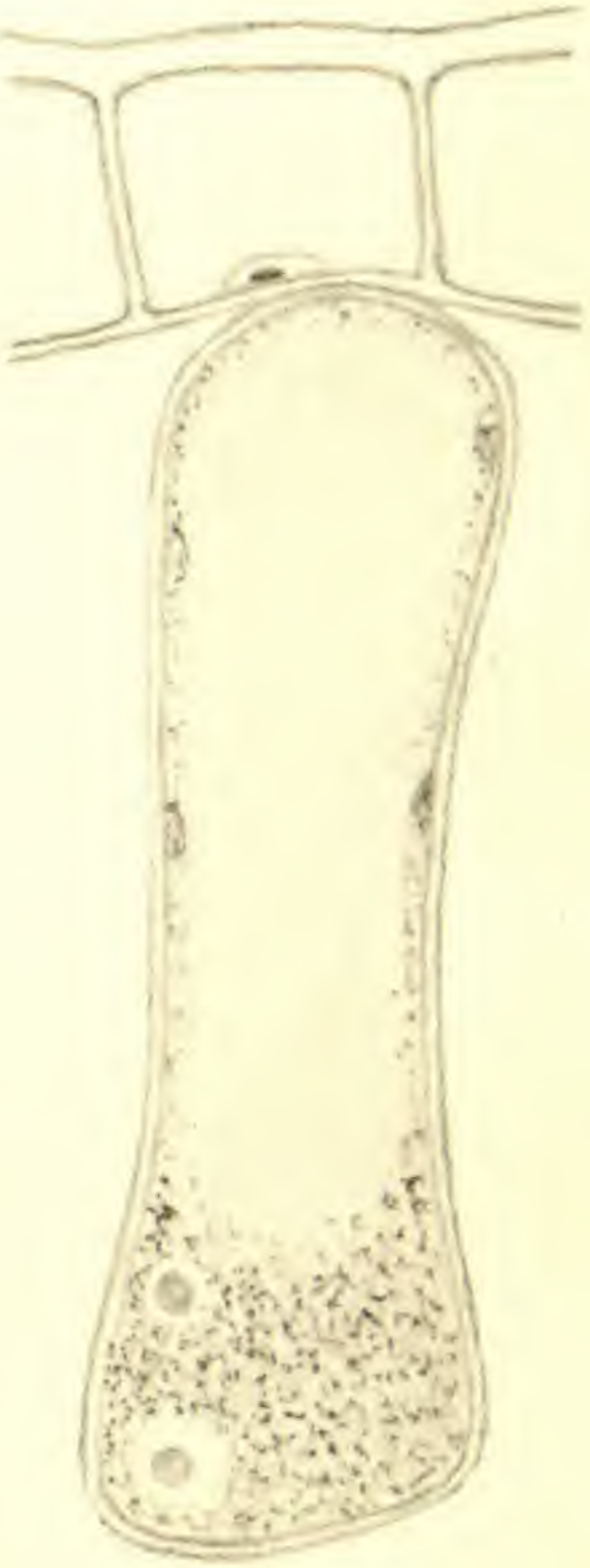
Ad nat. phot et delin.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

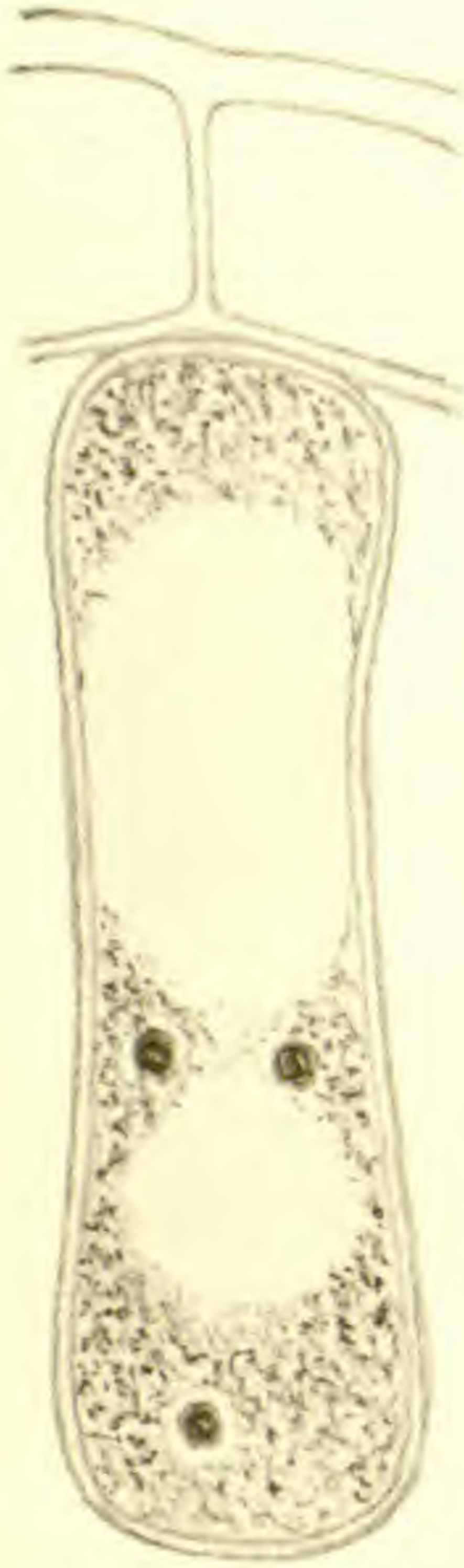
Phytophthora infestans: Phase plasmique du champignon: état de repos (25—26), état de la desagrégation de la chlorophylle (27—29) et état nucléolaire (30—33).



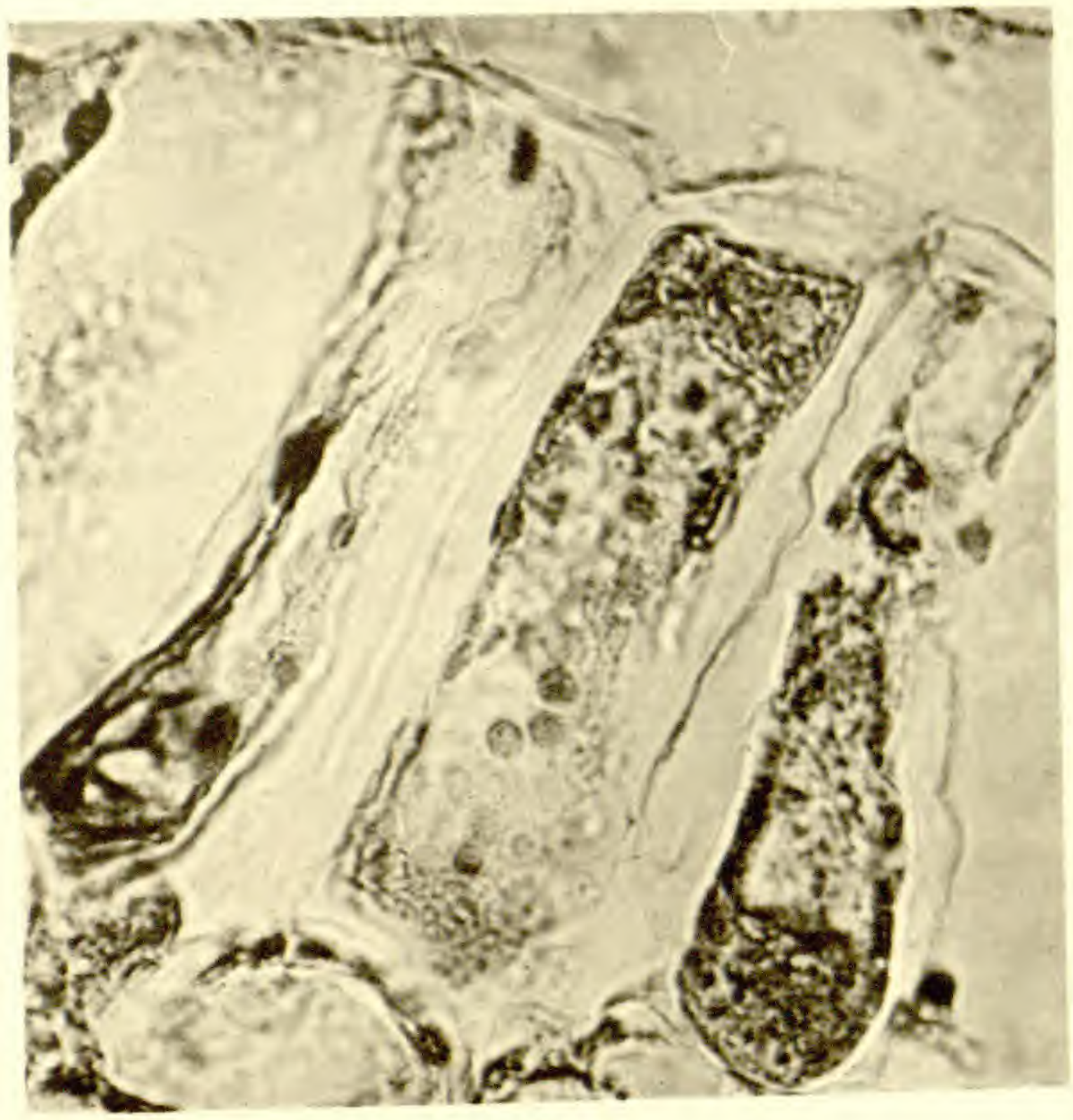
34



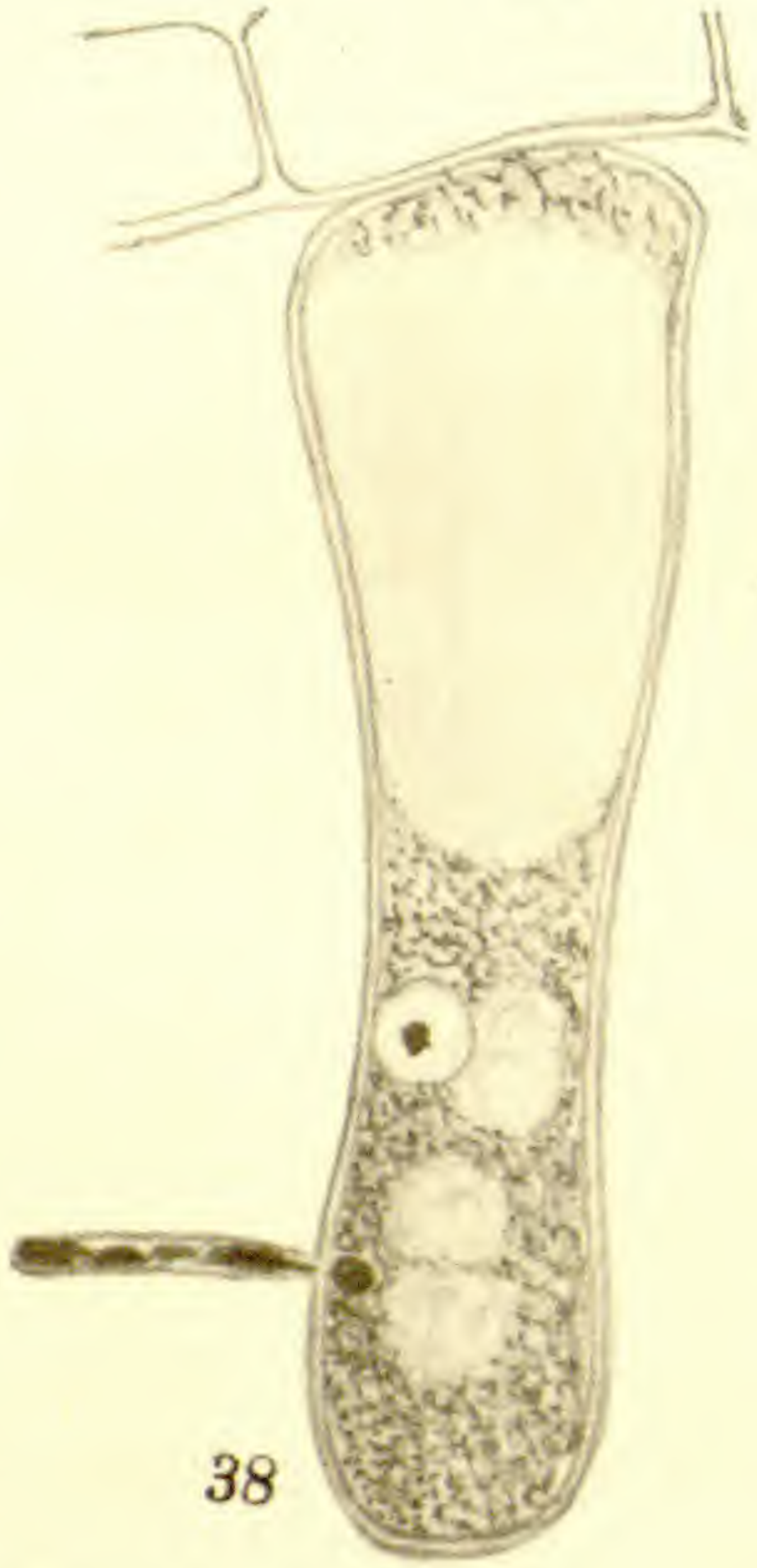
35



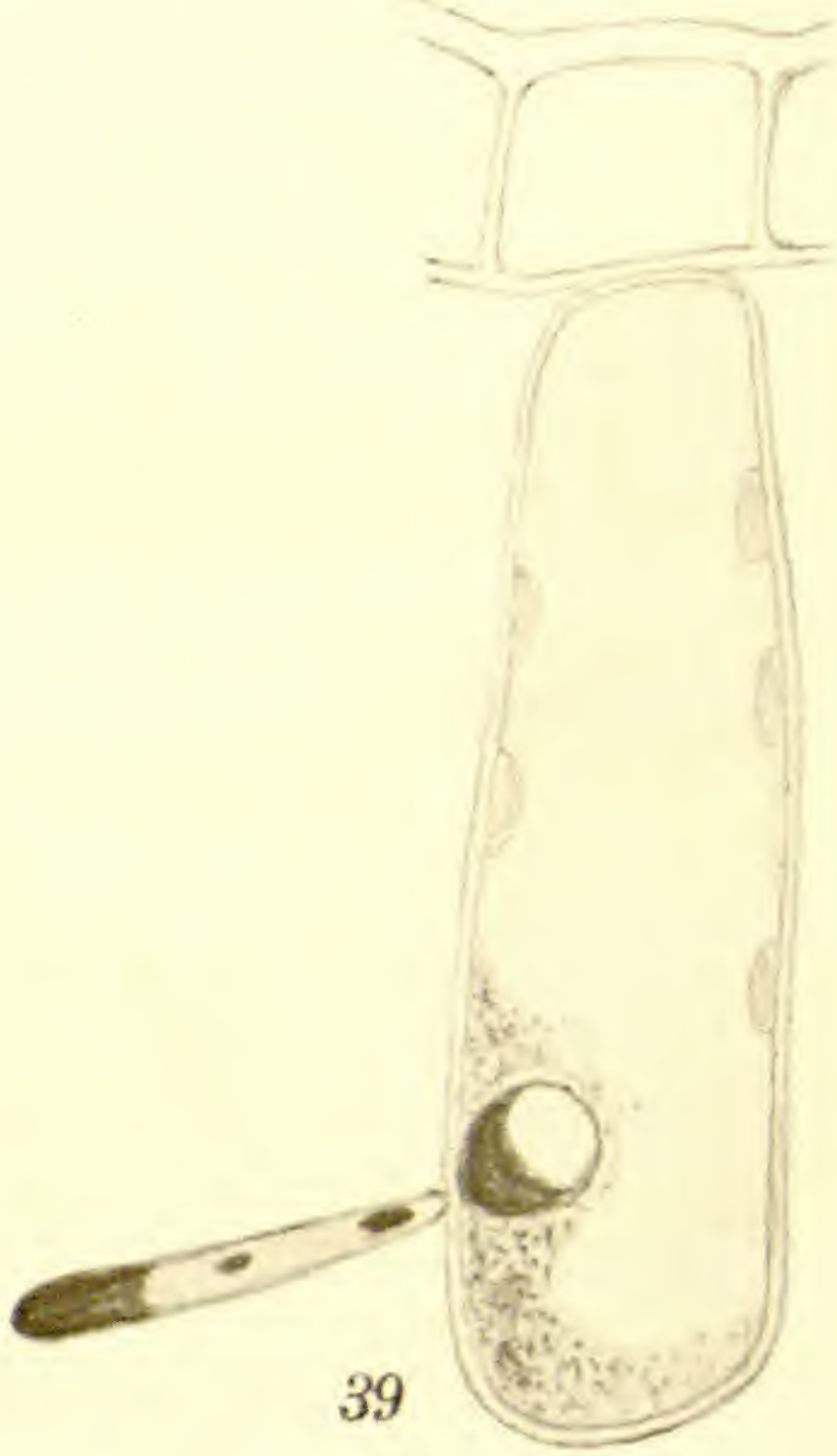
36



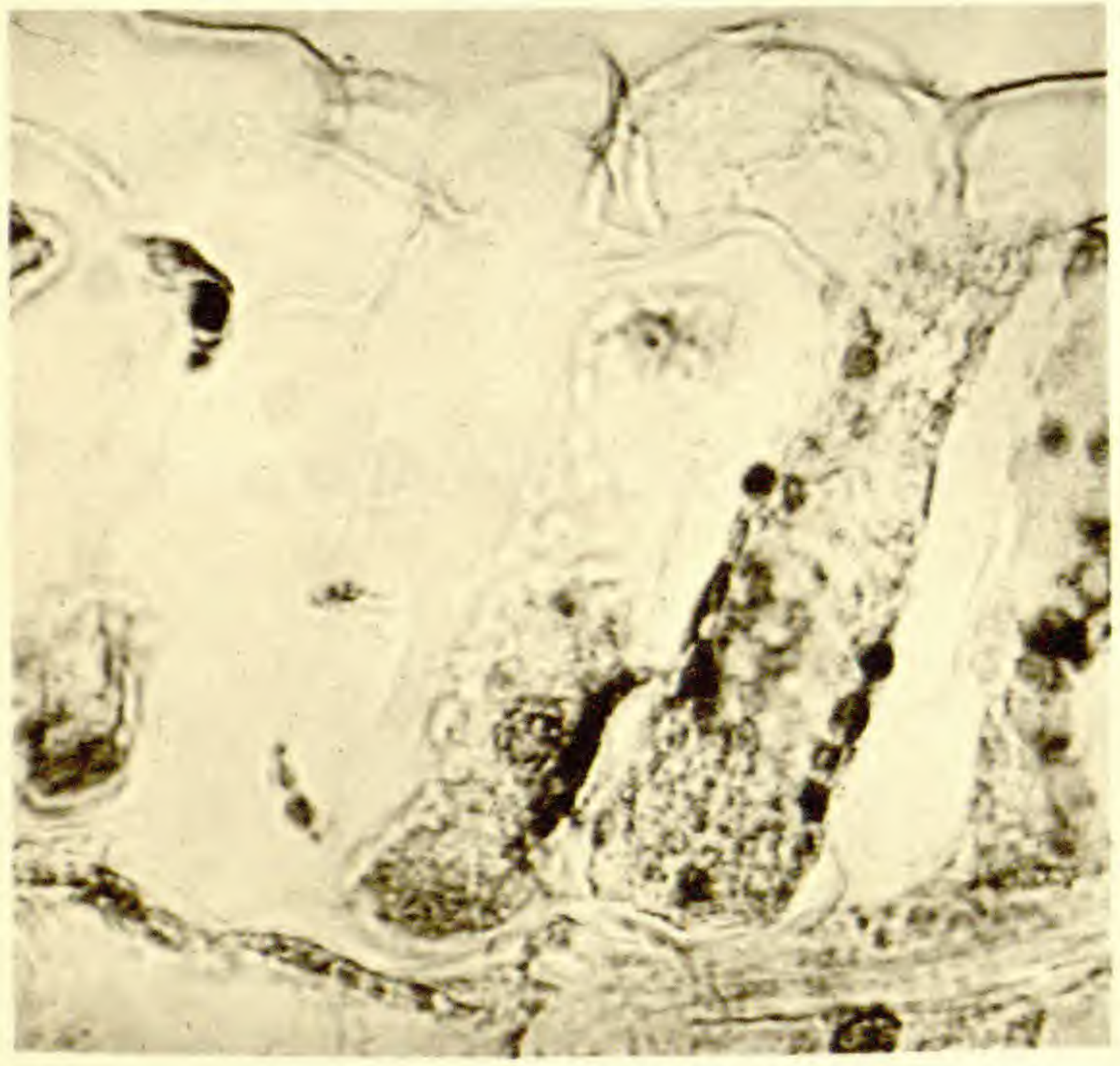
37



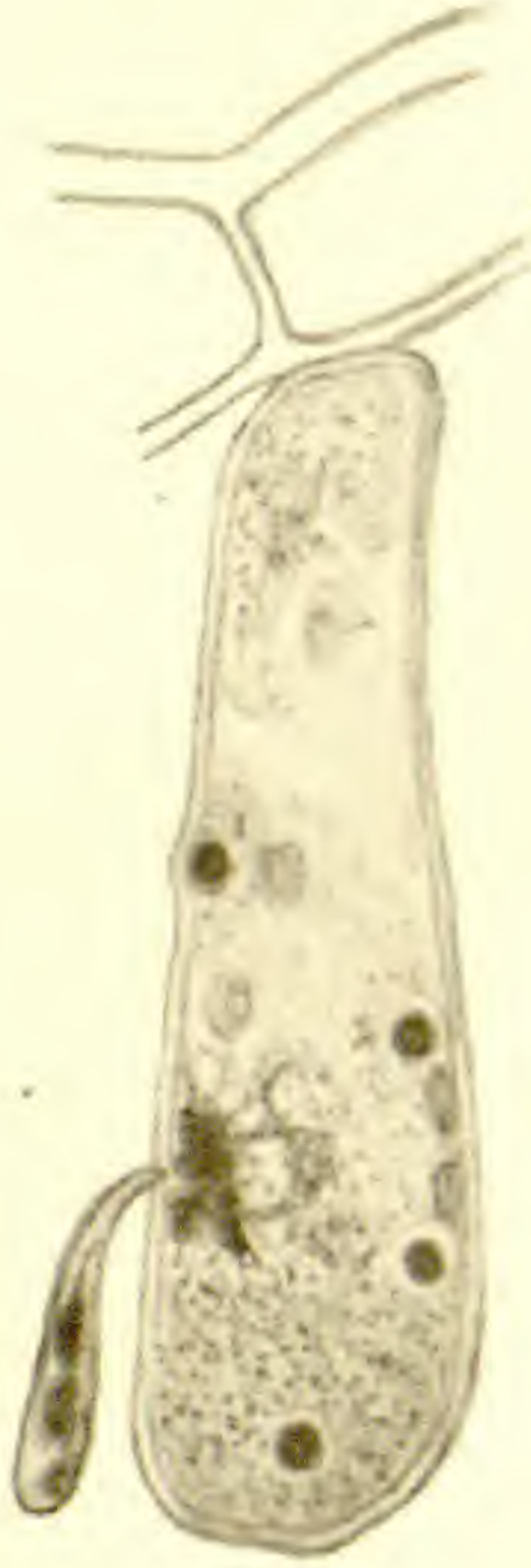
38



39



40 *a*

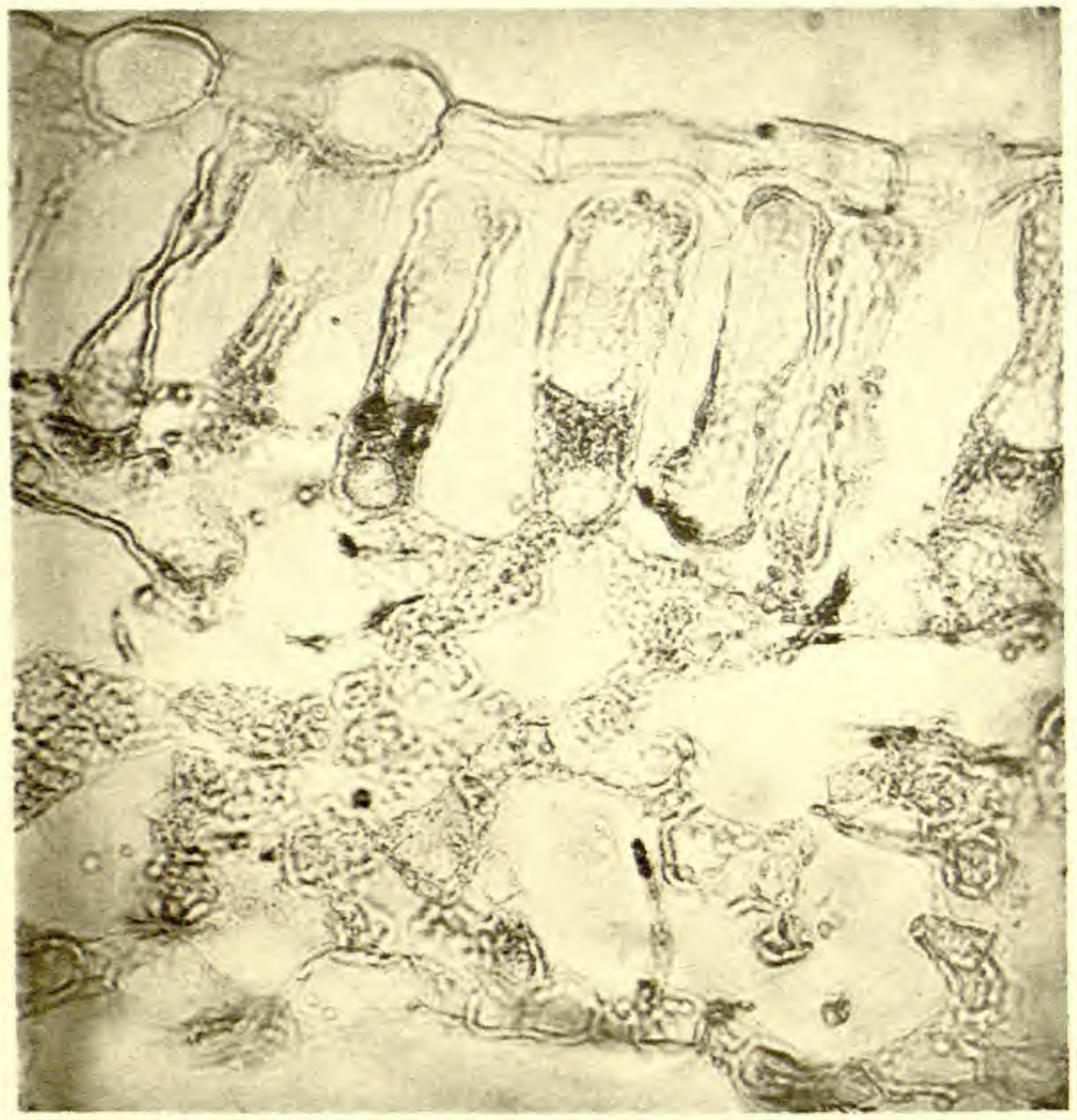


40 *b*

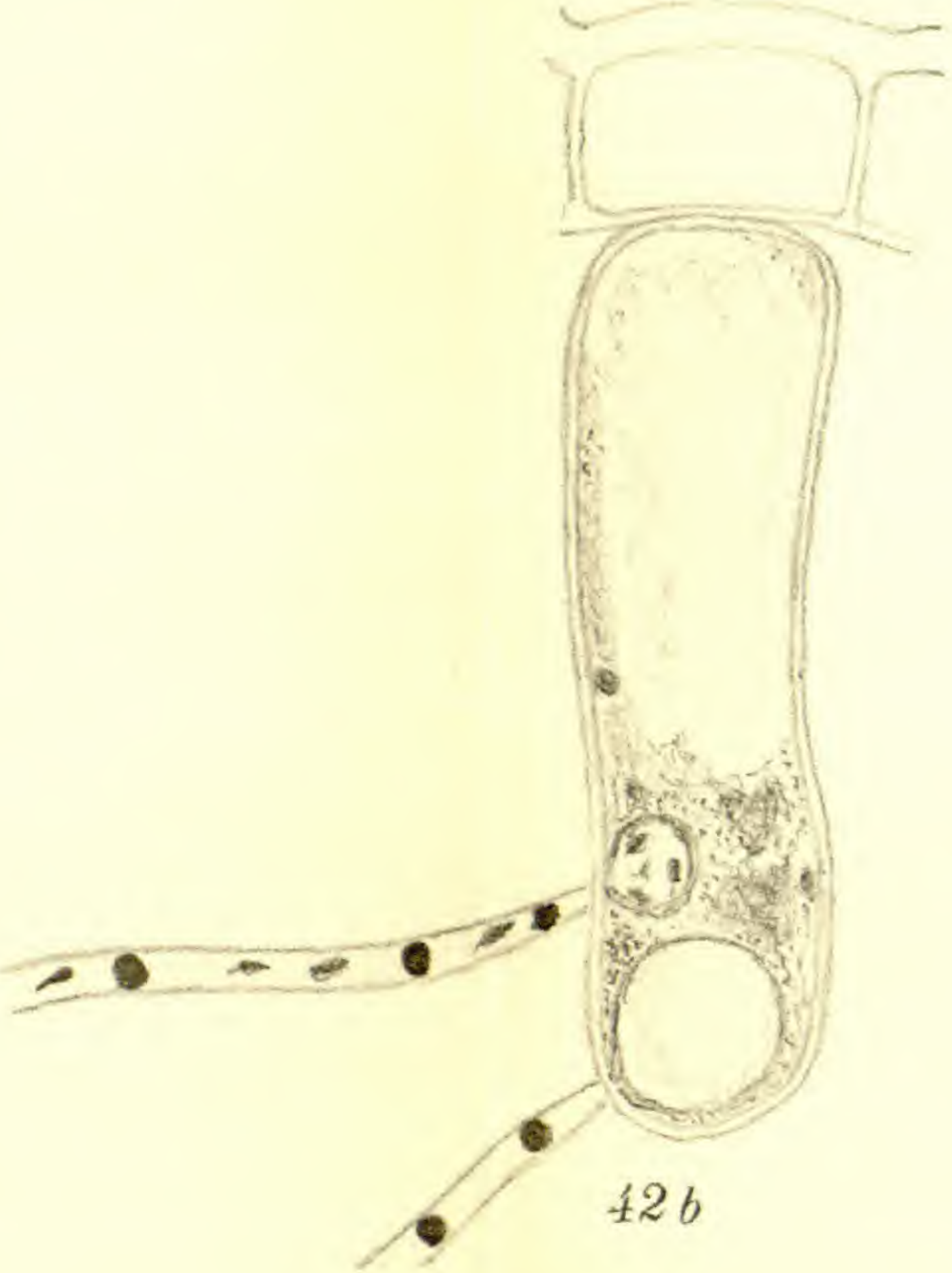
Ad nat. phot.et delin.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

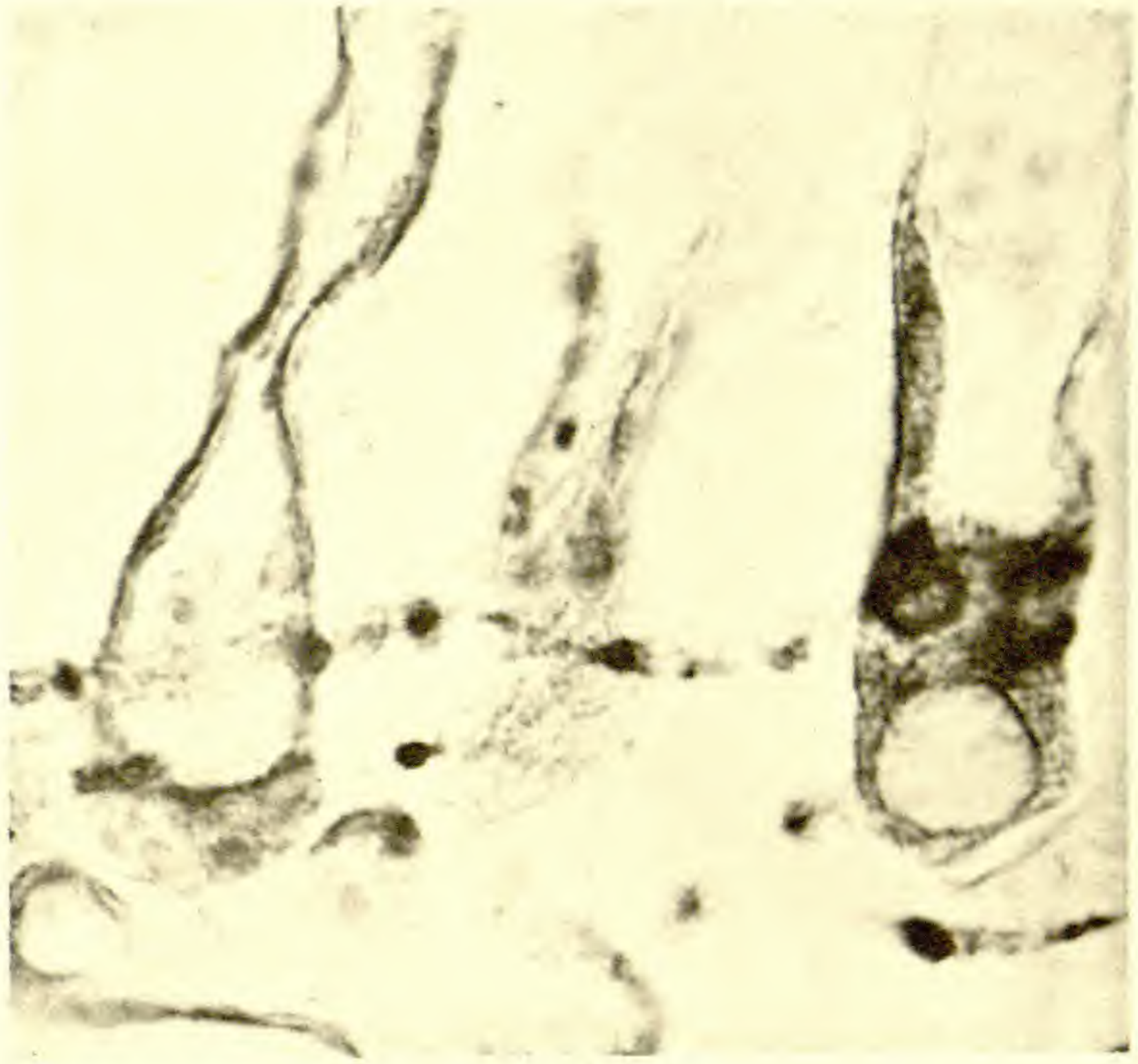
Phytophthora infestans: Phase plasmique du champignon: état de maturation (34—37) *et origine du mycelium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille* (38—40).



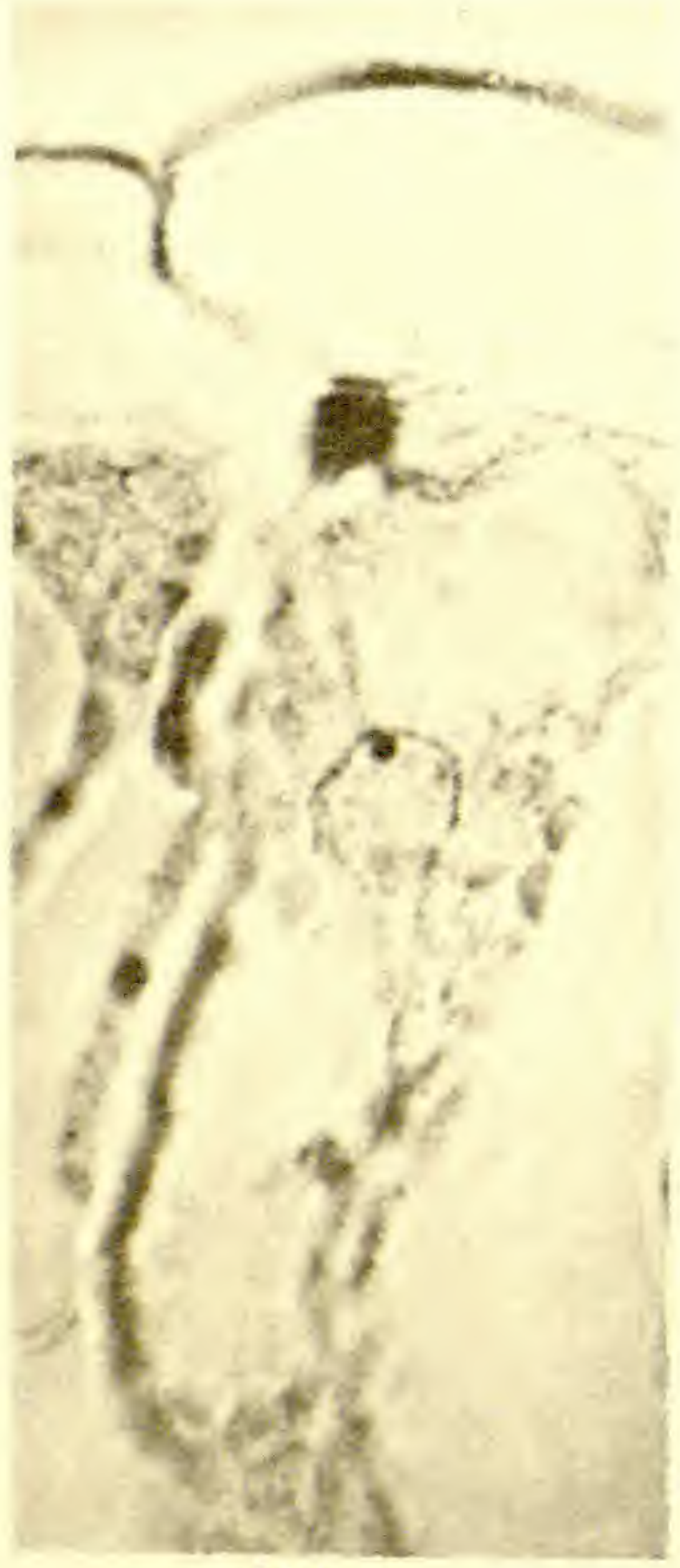
41



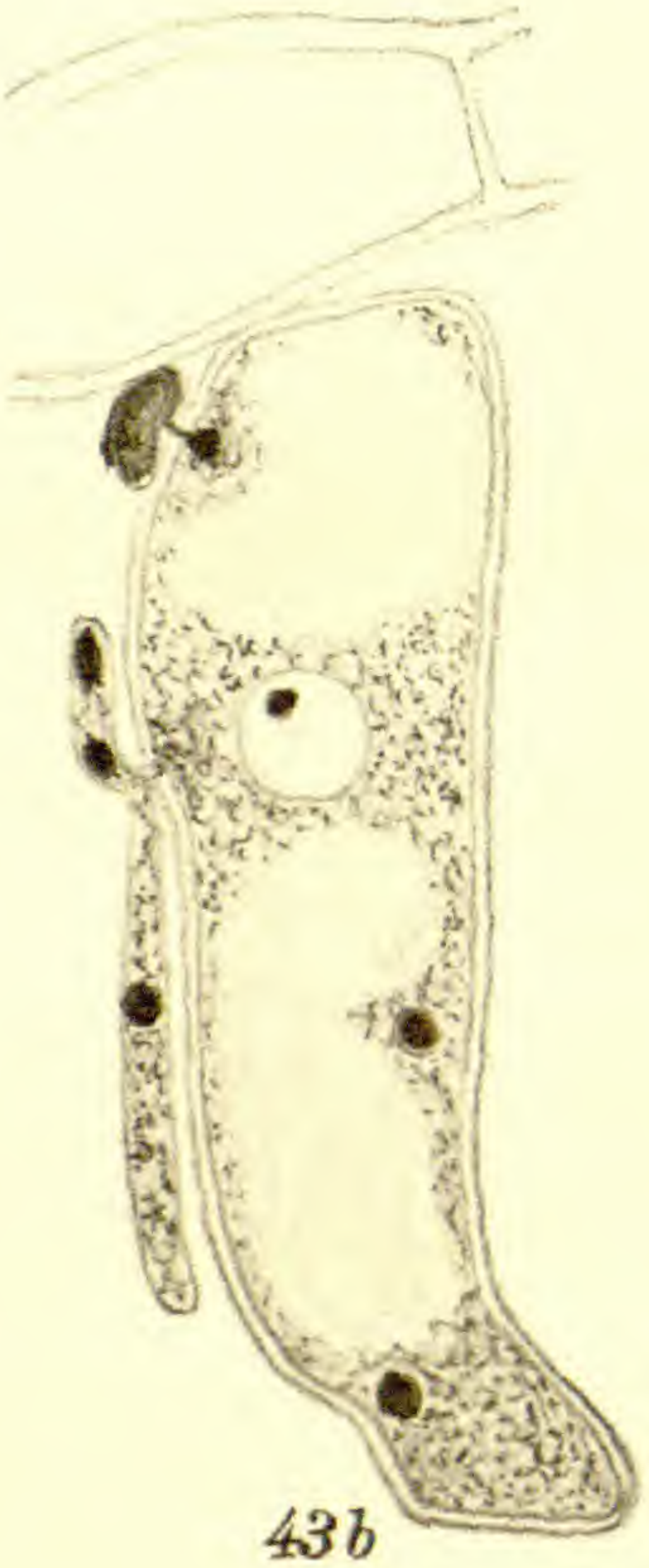
42 *b*



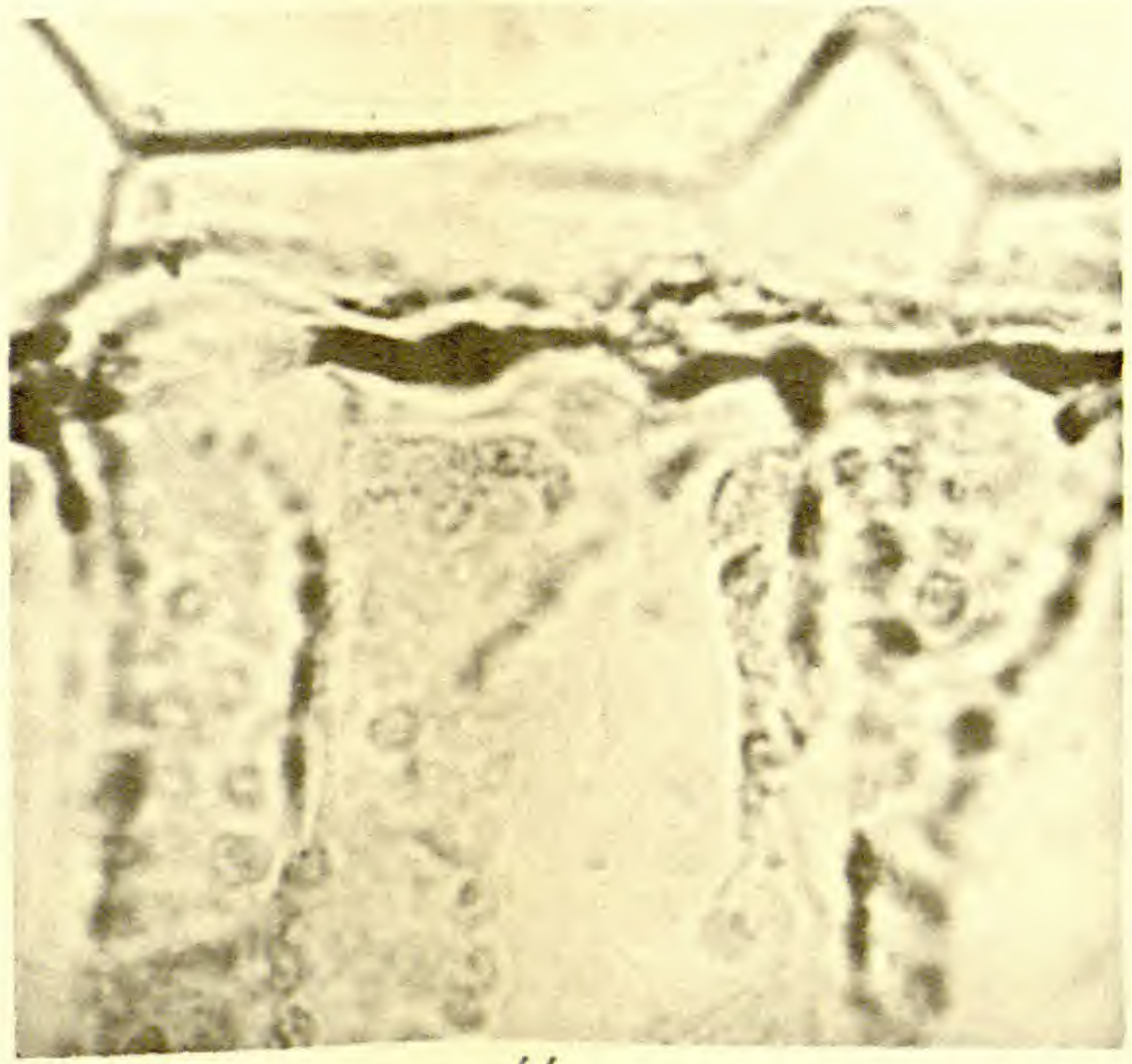
42 *a*



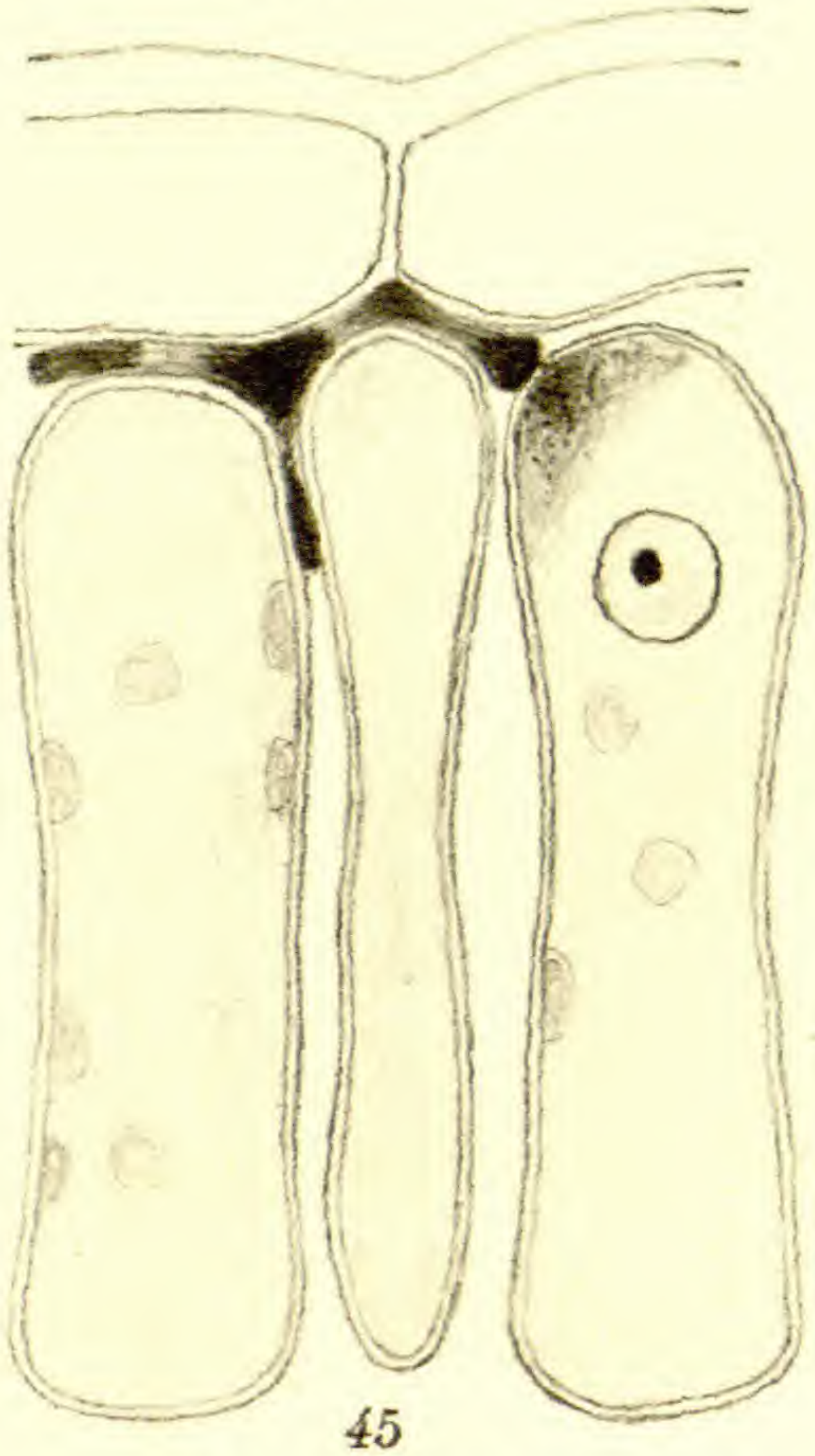
43 *a*



43 *b*



44

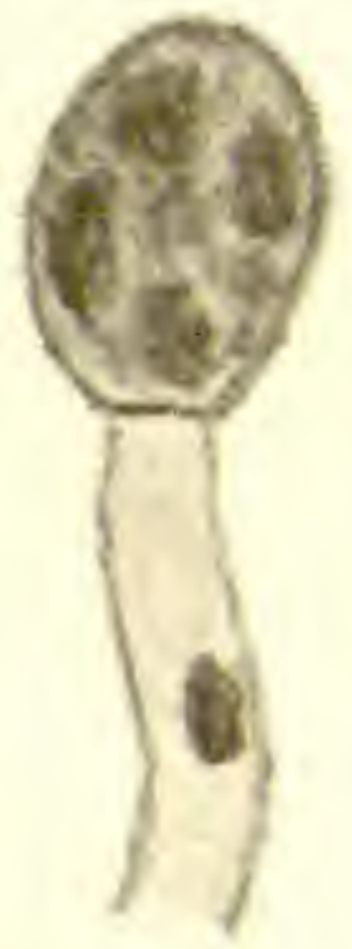


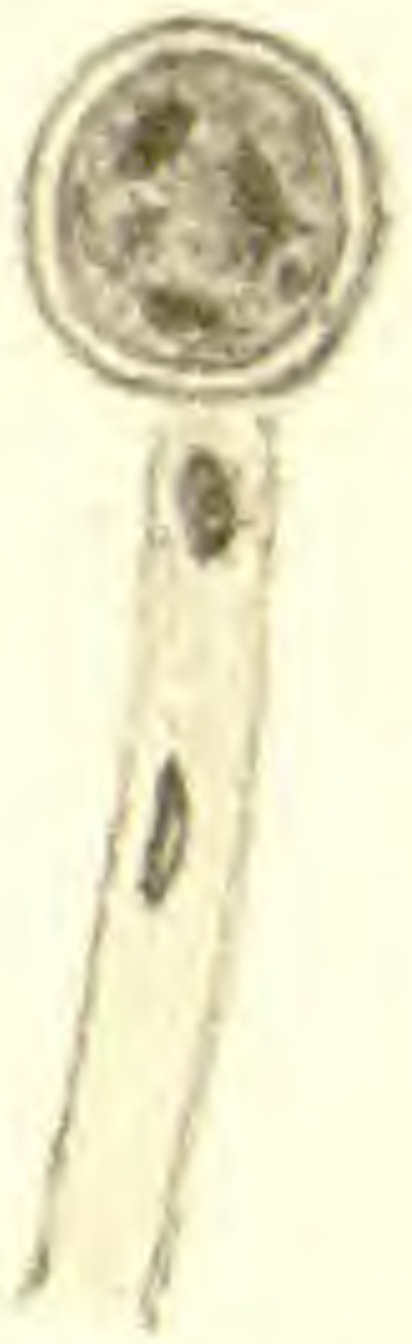
45

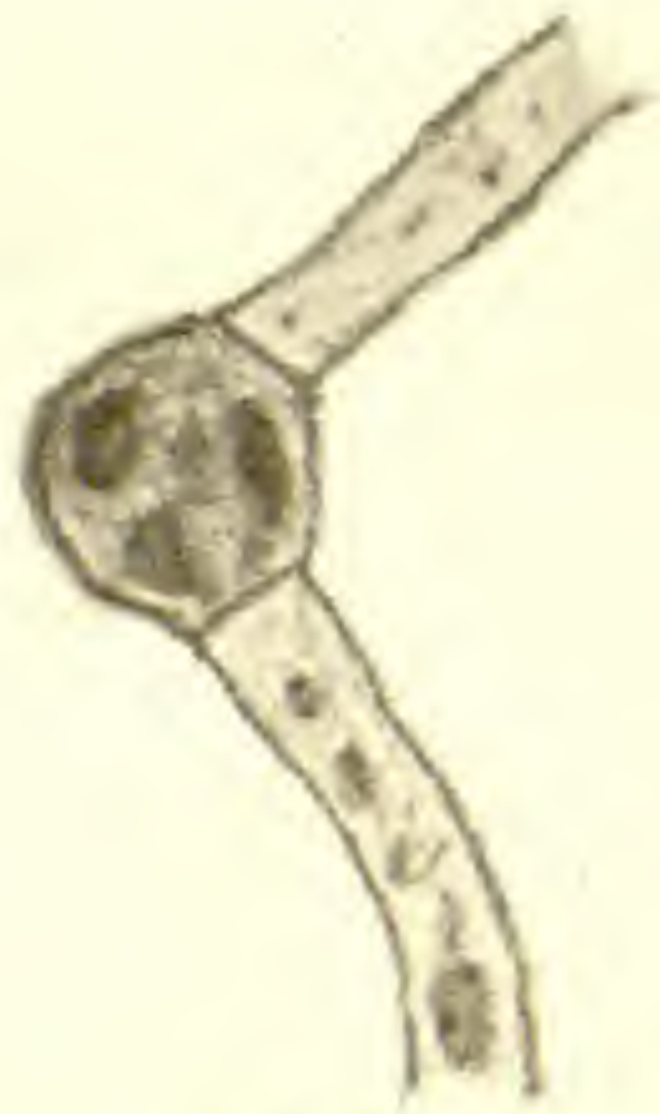
Ad nat. phot. et delin.

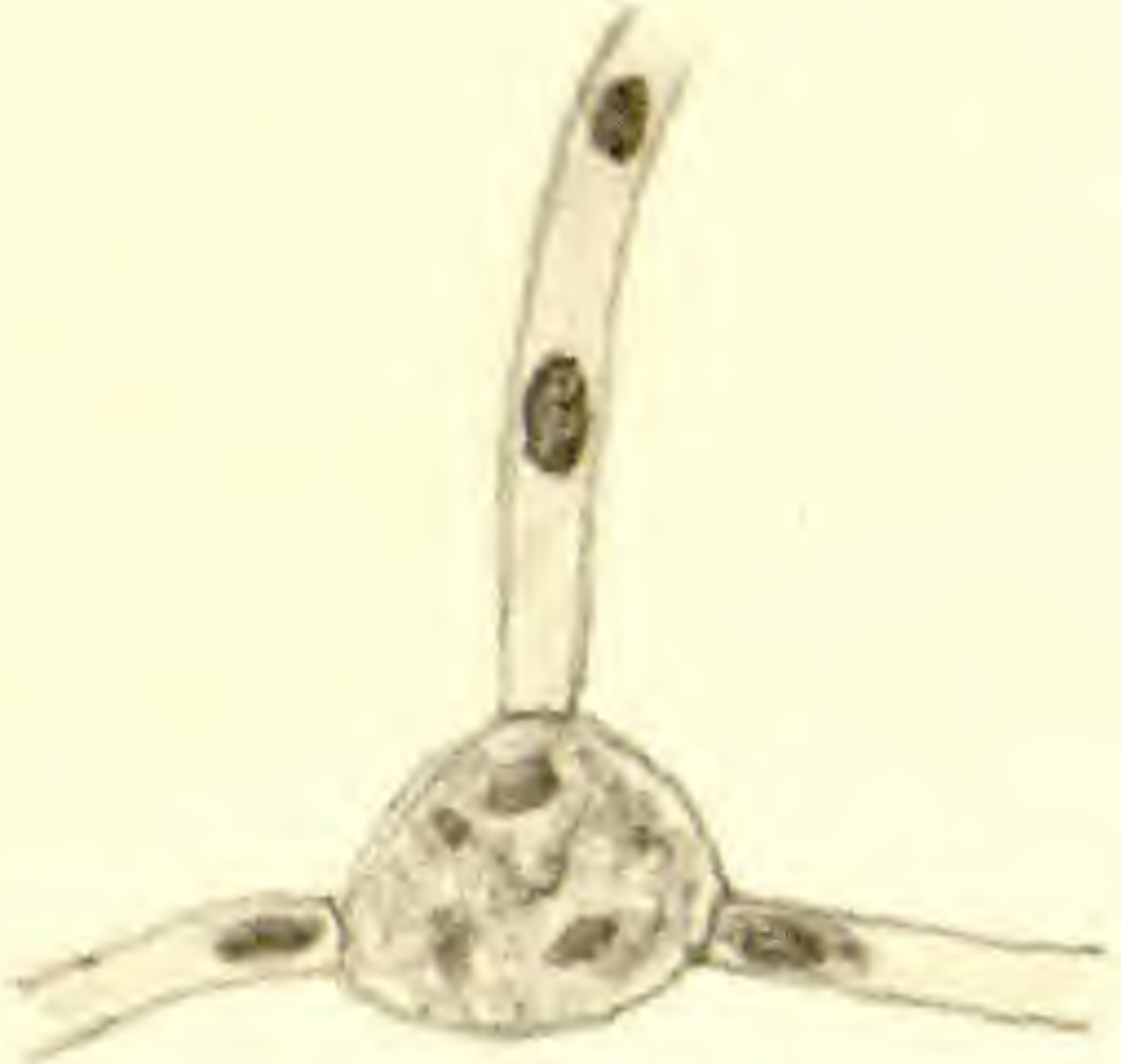
Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

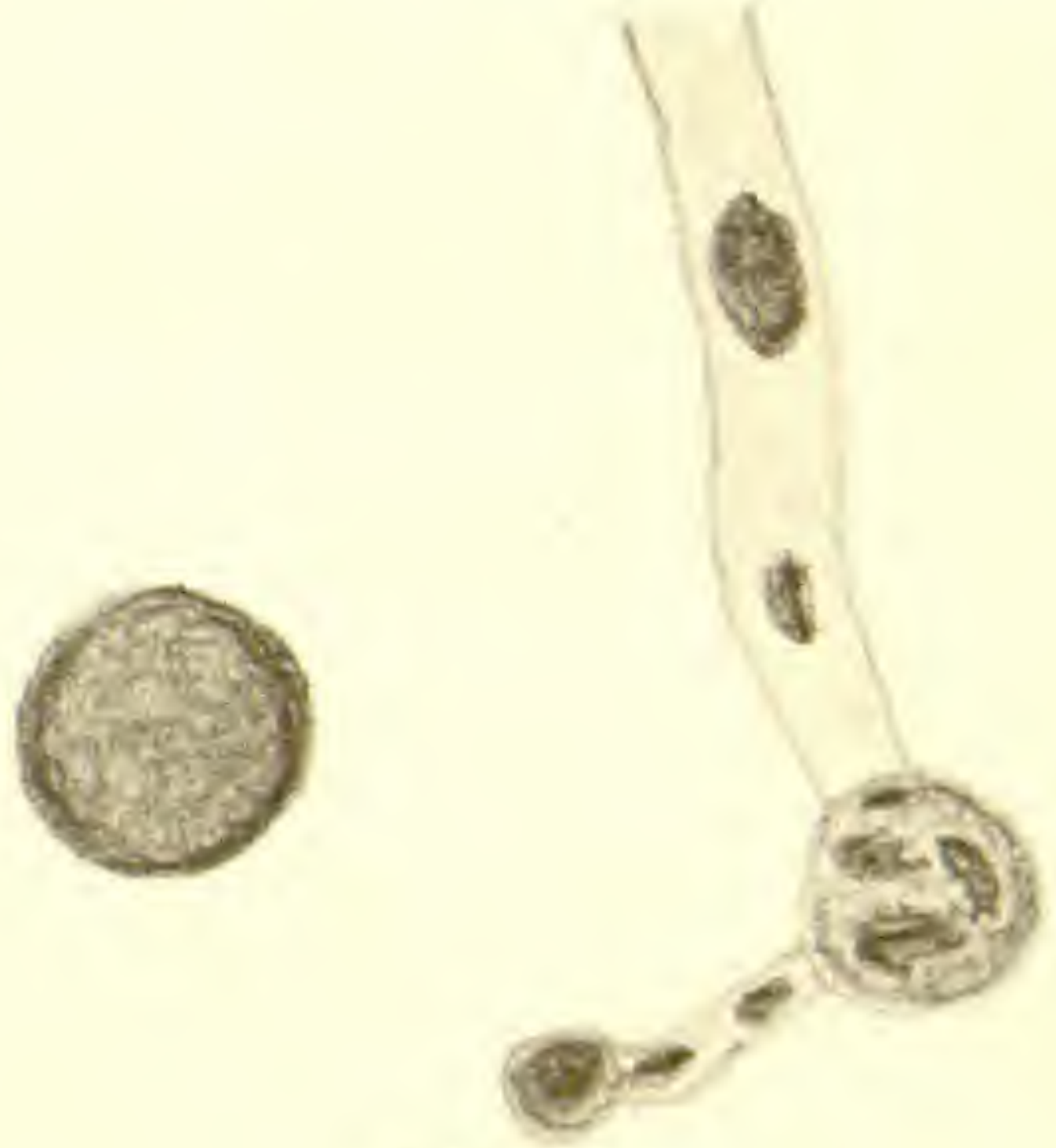
Phytophthora infestans: Origine du mycelium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille.

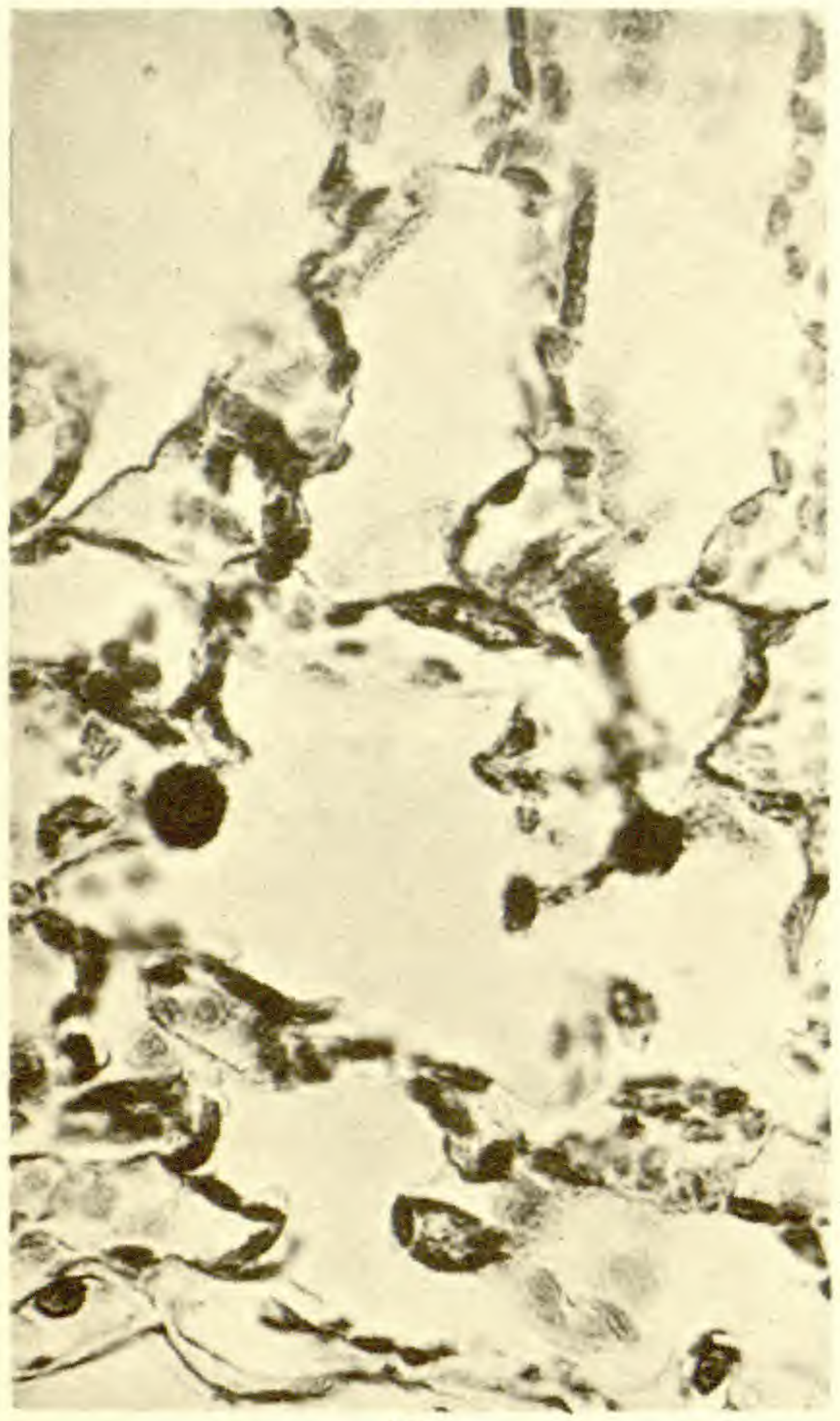

46 *a*

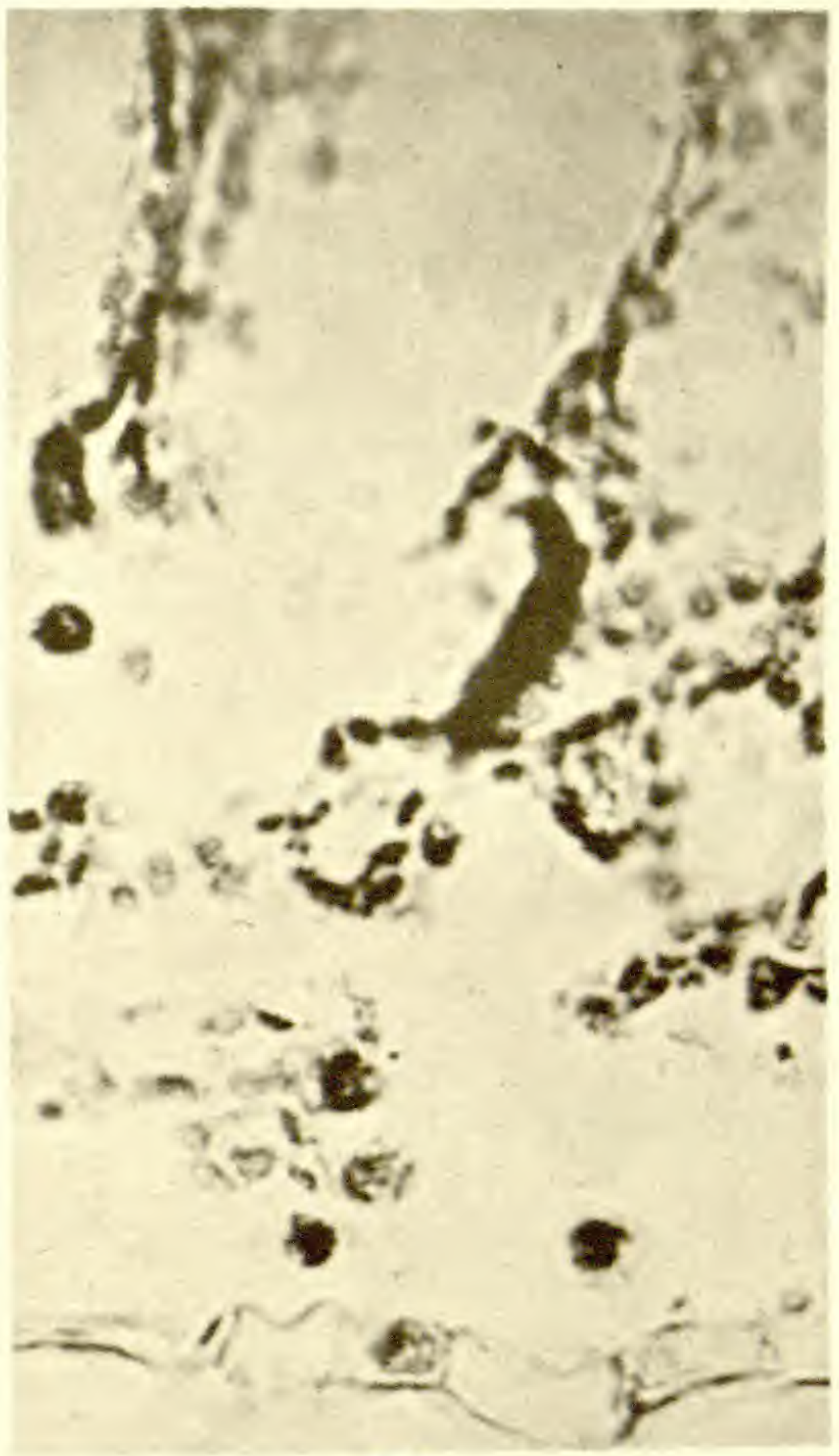

46 *b*

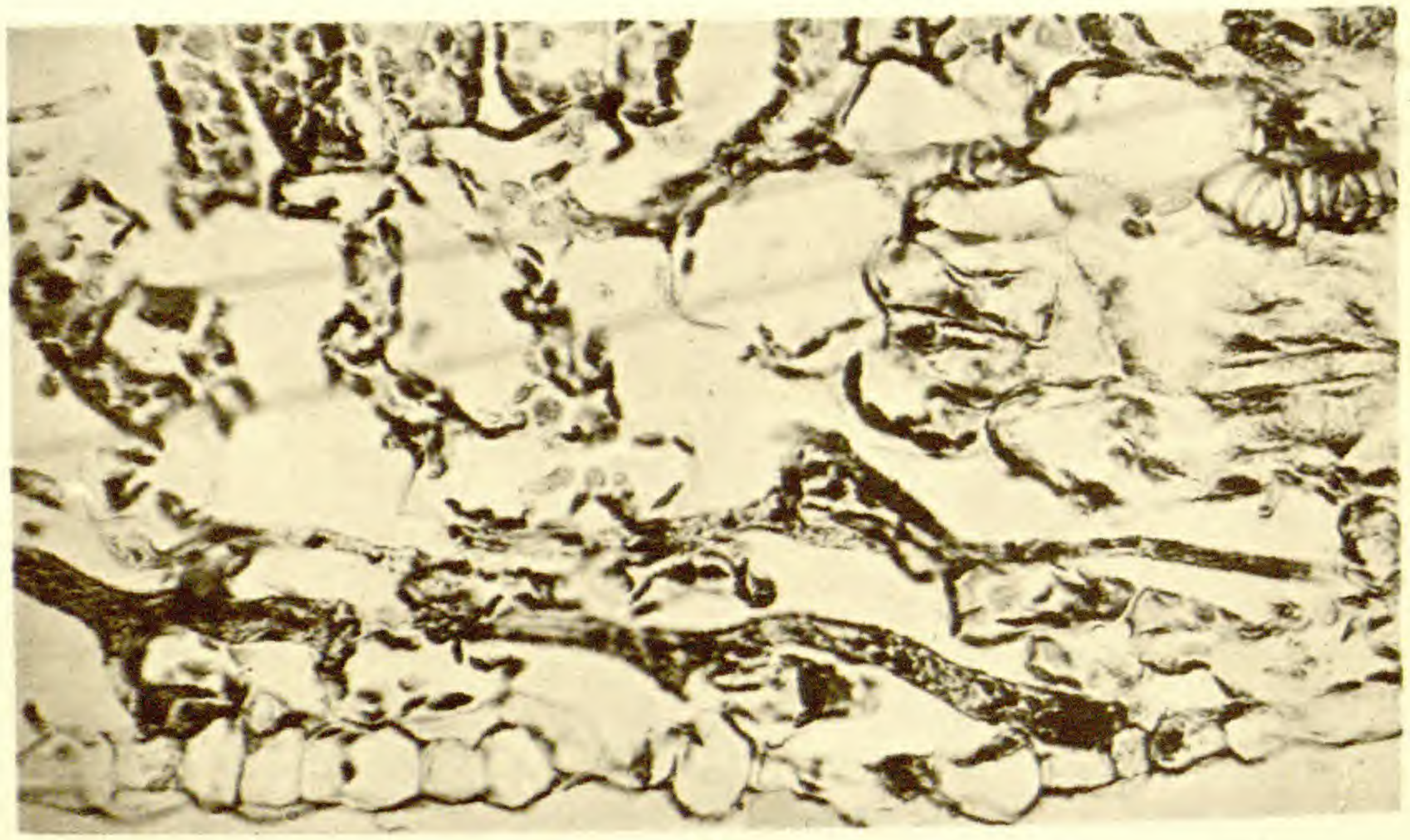

47

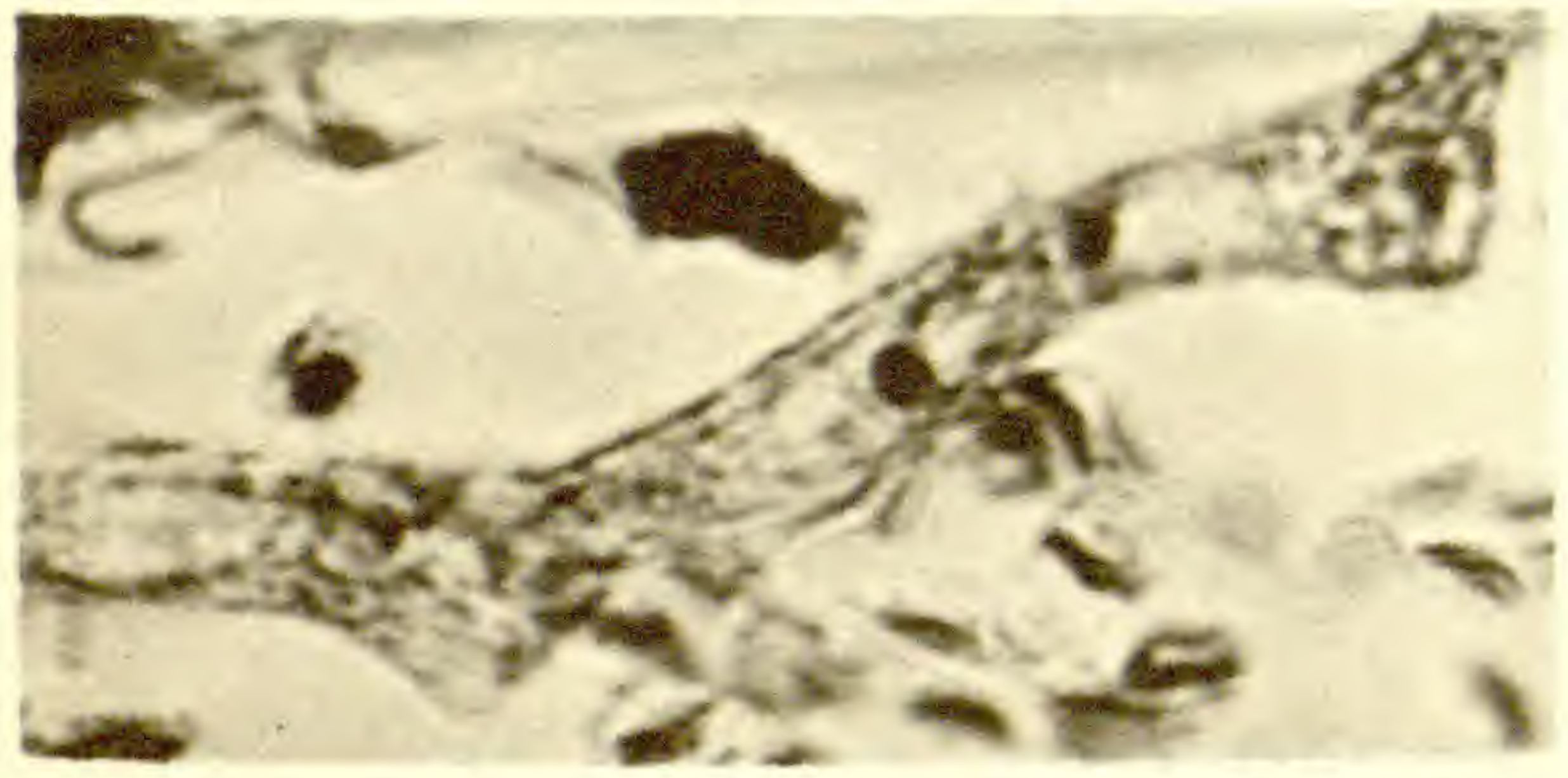

48

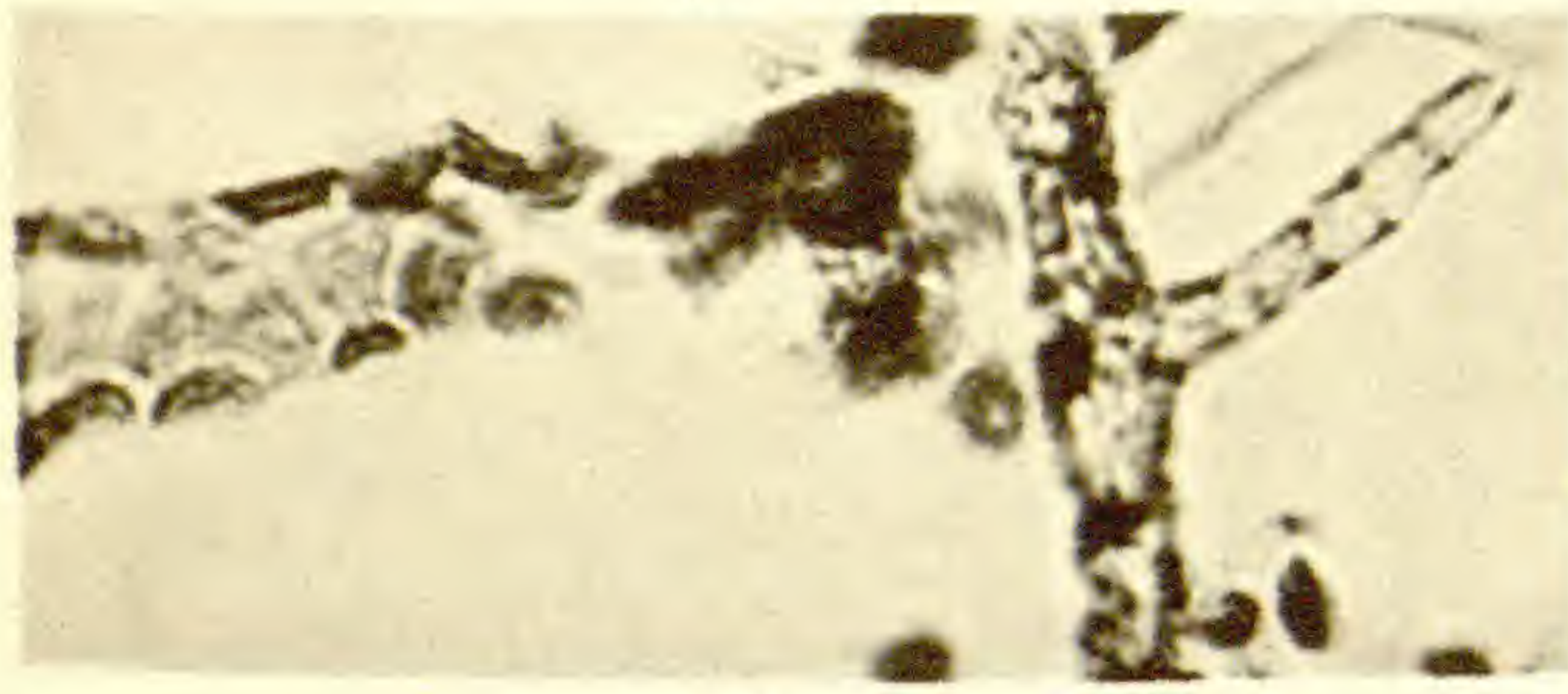

49 *b*

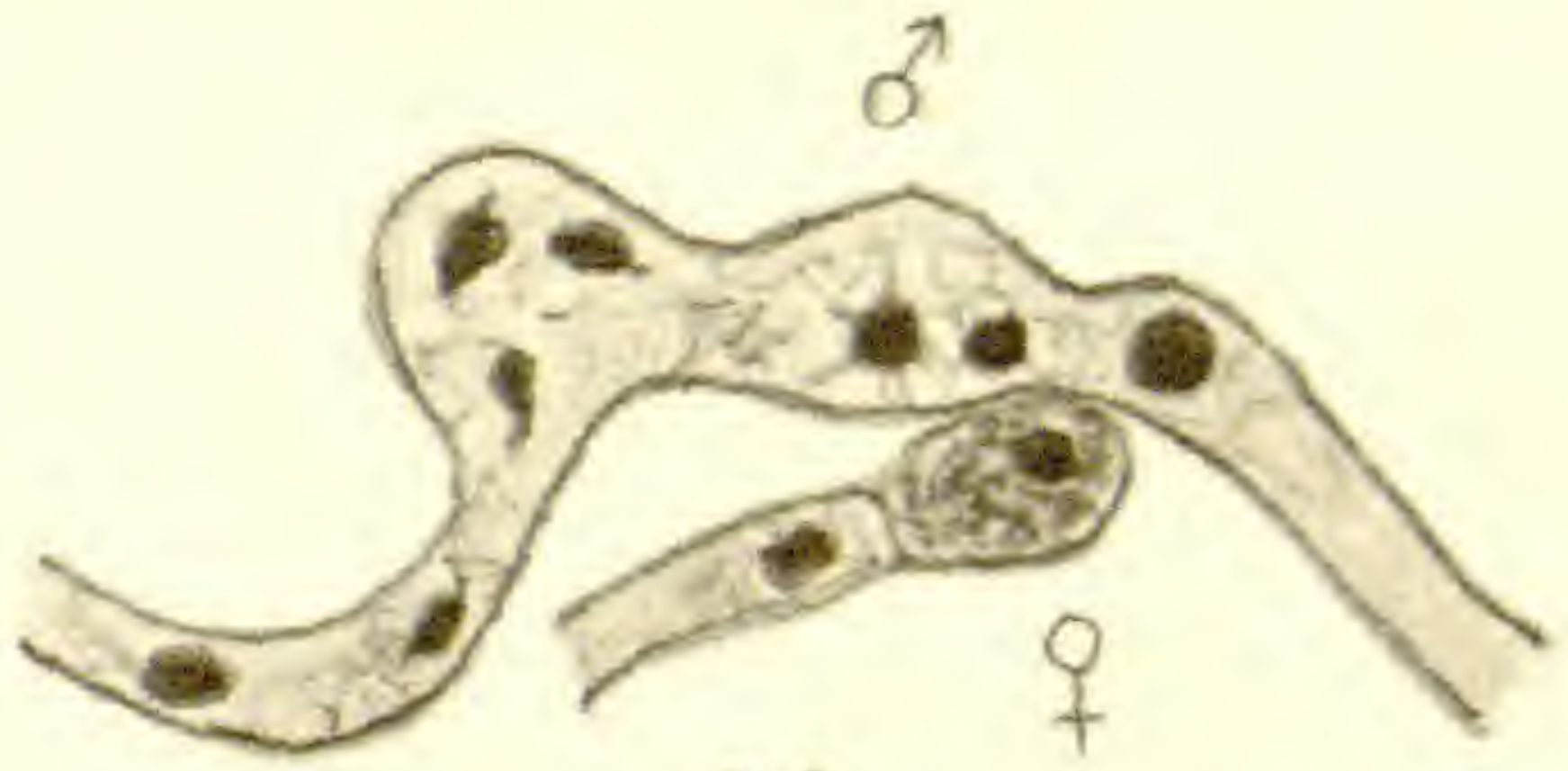

49 *a*


50

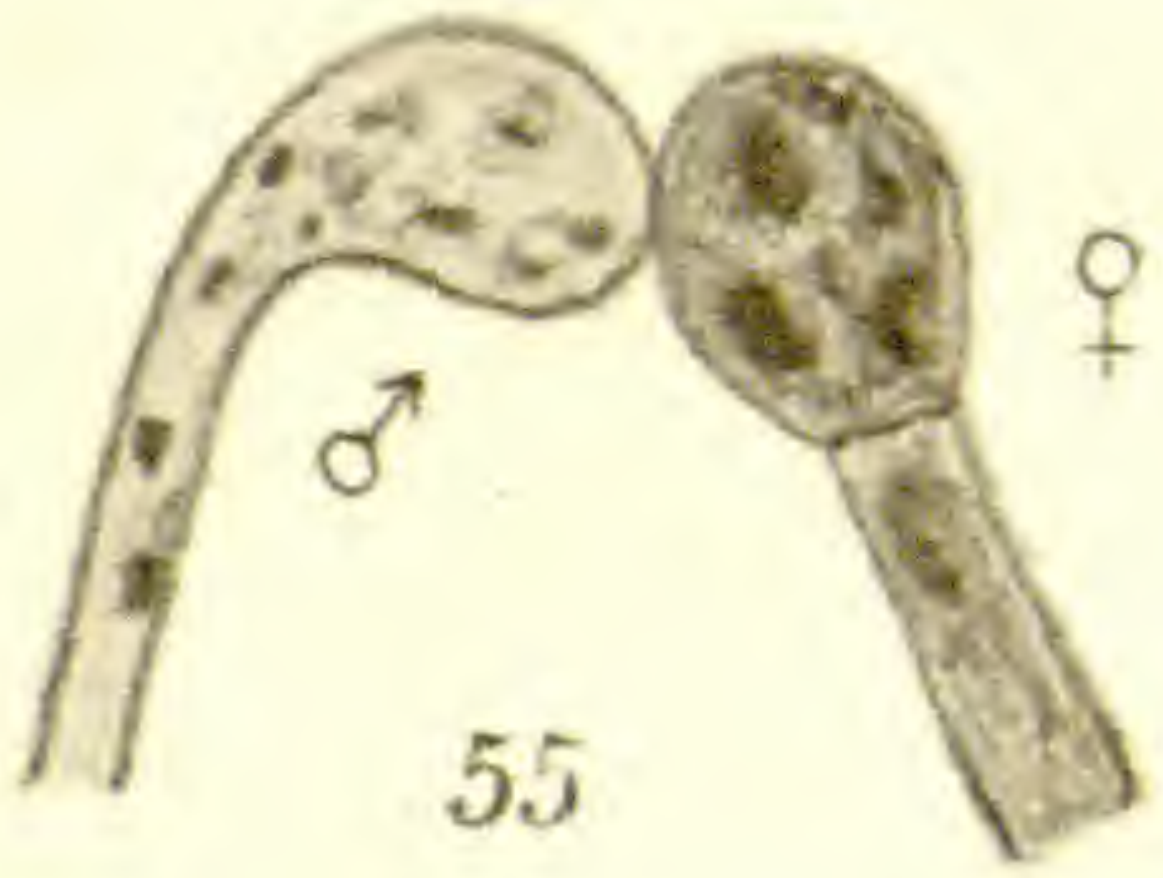

51


52


53



54



55

Ad nat. phot. et delin.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm

Phytophthora infestans: Origine des oogones et des anthéridies du champignon.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Décembre 1917

N° 348

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1917

AVIS — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1917.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1918 en envoyant, avant le 15 Janvier, la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger) à M. l'administrateur de la *Librairie générale de l'Enseignement*, 1, rue Dante, Paris (5e). *Si cette somme n'a pas été reçue le 1er Février,* **l'Editeur fera présenter une quittance par la poste. Les abonnements pour l'étranger sont payables d'avance.**

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 6 1919
GARDEN LIBRARY

H 9

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1917

I. — RECHERCHES BIOCHIMIQUES EXPÉRIMENTALES SUR LE RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES GLUCOSIDES CHEZ LES VEGÉTAUX. — I. ÉTUDE PRÉLIMINAIRE (avec onze figures dans le texte et sept planches) (*suite*), par M. **Raoul Combes** 353

II. — DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE DU MILDIOU *(PHYTOPHTORA INFESTANS)* AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE (avec cinq figures dans le texte et douze planches) *(suite)*, par M. **Jakob Eriksson.** 376

III. — TABLES DU TOME 29 381

Cette livraison renferme les trois planches suivantes :

PLANCHE 1. — *Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé. I.*

PLANCHE 2. — *Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé. II.*

PLANCHE 3. — *Action de la saponine sur les plantes supérieures.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements **LUMIÈRE & JOUGLA**, 82, rue de Rivoli, **PARIS**.

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.
Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.
Enseignement technique, Collections et **Matériel.**
Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en **staff et** cire.
Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.
Squelettes montés, prix à la pièce.
Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.
Coquilles, prix à la pièce.
Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.
Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.
Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
Livres d'histoire naturelle.
Instruments pour l'étude des sciences naturelles.
Microscopes, Microtomes.
Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**
Meubles pour le rangement des collections.
Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant $1^{m}10 \times 0^{m}90$, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les trois premiers volumes (fascicules 1 à 30) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique
(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)
PAR
Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

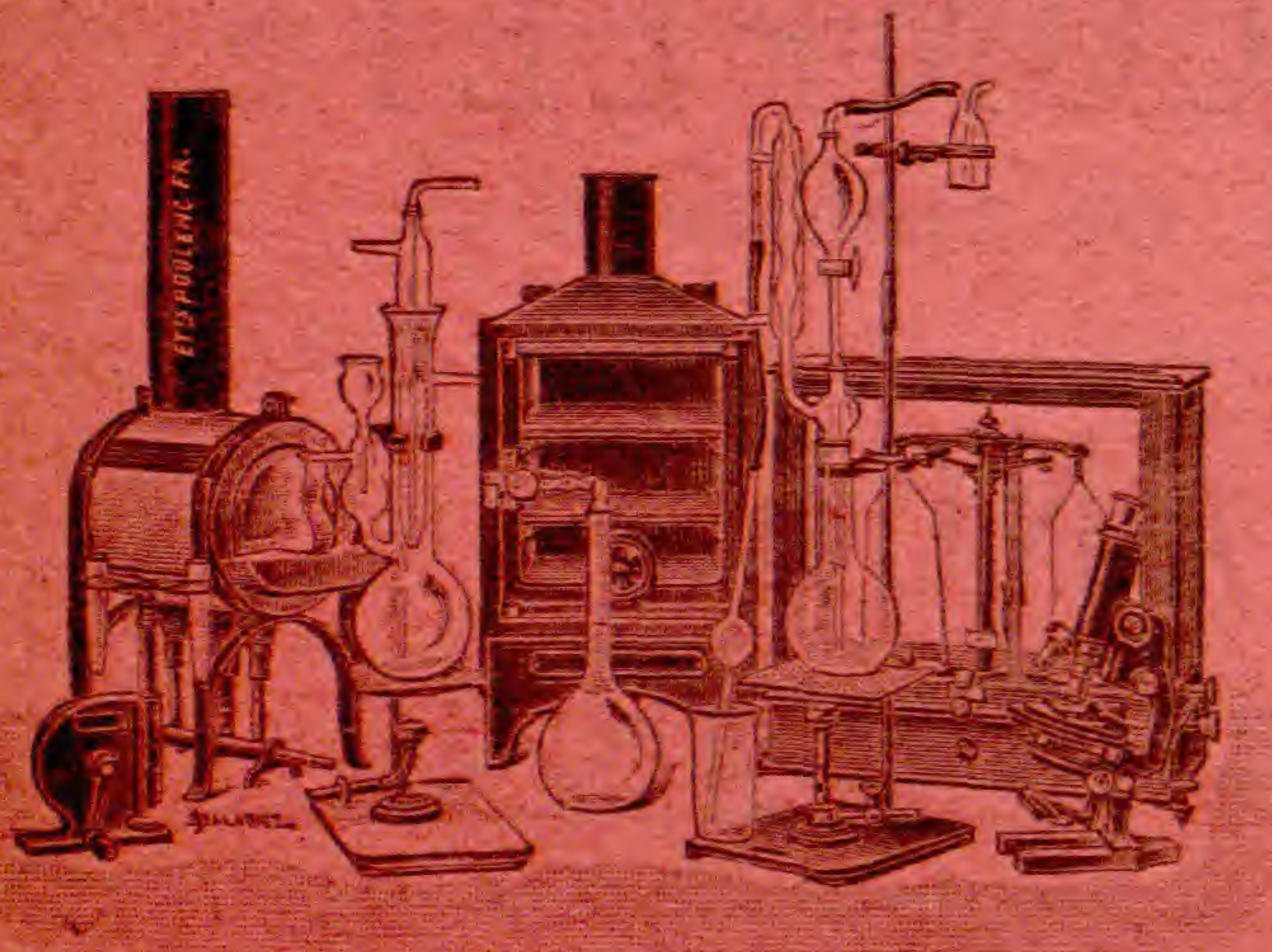
Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* 32cm×23cm (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

Les Établissements POULENC Frères
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS


ETS POULENC FR.

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

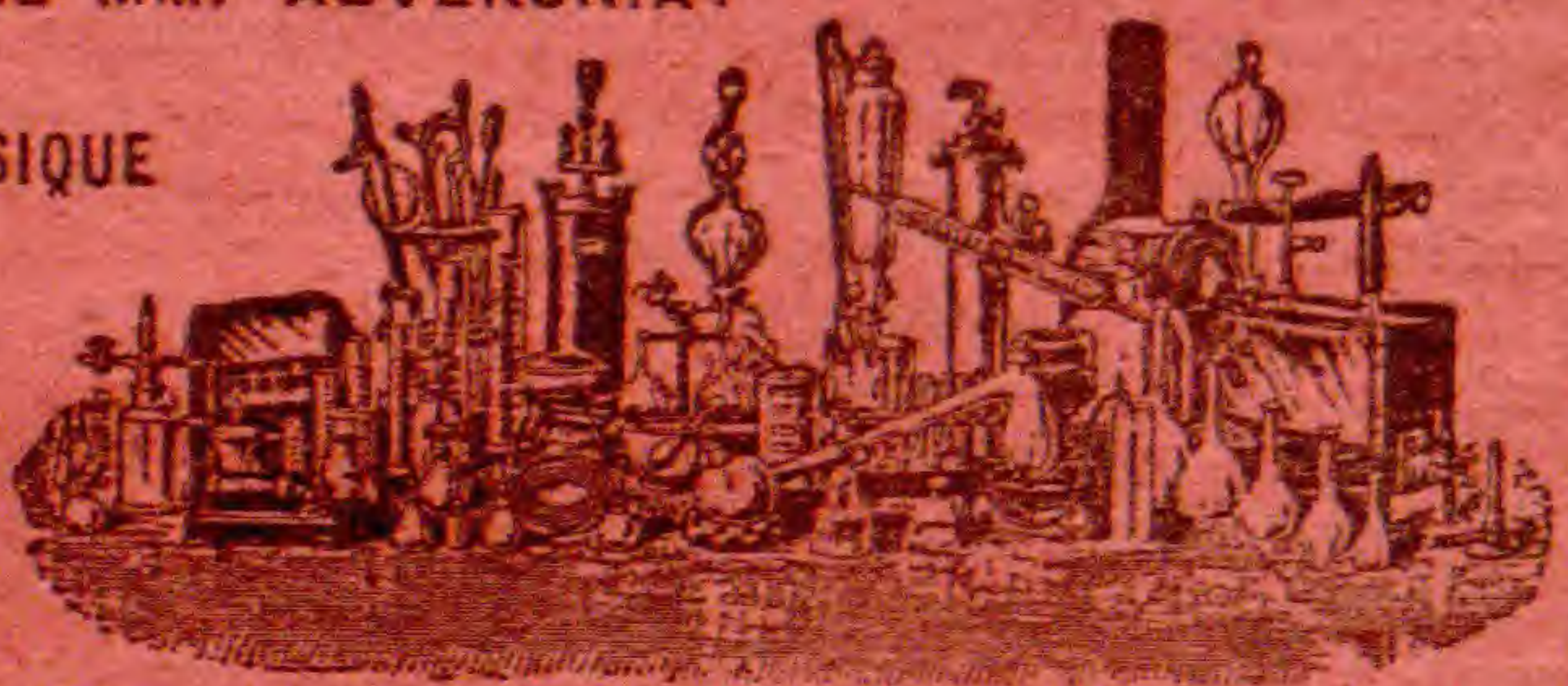
Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861
TÉLÉPHONE 810-83
G. FONTAINE
CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE
RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE



E. KORISTKA MILANO

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie^
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques.
Produits **chimiques** et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires, Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

RECHERCHES BIOCHIMIQUES EXPÉRIMENTALES

SUR LE

RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES GLUCOSIDES CHEZ LES VÉGÉTAUX

I. — ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

par M. Raoul COMBES

(suite)

Syringine. — Kromayer (1), reprenant l'étude chimique de la syringine, isolée par Bernays (2) de l'écorce de *Syringa vulgaris,* retrouve ce corps, dont il contribue à préciser la nature glucosidique, dans l'écorce de *Ligustrum vulgare ;* il constate que ce composé n'existe pas dans les feuilles de ces deux plantes ; il se trouve dans l'écorce au printemps et disparaît pendant la période végétative.

En 1874, Borscow (3) essaie de localiser la syringine dans les tissus du *Syringa vulgaris.* Il emploie comme réactif microchimique l'acide sulfurique pur ou dilué, qui colore le glucoside en violet ou bleu suivant la concentration et le temps de réaction. Les résultats obtenus dans ces recherches microchimiques viennent s'ajouter à ceux obtenus par Kromayer avec les méthodes analytiques, et les confirmer. Pour Borscow, les feuilles et les fruits sont dépourvus de syringine, la fleur en contient une très petite quantité. Dans les rameaux, le glucoside est abondant en mars, en moindre quantité en avril ; il continue ensuite à diminuer et finit par disparaître à la fin du printemps.

---

(1) Kromayer. Ueber das Syringin. *(Arch. Pharm.,* 2ᵉ série, T. CIX, pp. 18-28, 216-218, 1862).

(2) Bernays. *(Buchners Rep.,* Bd. XXIV, p. 348, 1841) ; *(Lieb. Ann.,* Bd. XL p. 319, 1841).

(3) Borscow. Beiträge zur Histochemie der Pflanze. *(Bot. Zeit.,* XXXII, p. 36, 1874).

Il faut noter toutefois que la réaction employée par Borscow pour localiser la syringine est critiquable. Molisch (1), qui a tenté de reproduire les expériences de Borscow, n'est pas arrivé à des résultats satisfaisants. Il met en doute la valeur du réactif employé, et fait notamment remarquer que la coloration bleue que l'on obtient dans le tissu chlorophyllien provient au moins pour une part de la carotine contenue dans les grains de chlorophylle. Quant à la coloration violette qui se produit dans le cambium elle peut aussi bien être rapportée à la réaction de Raspail réalisée au contact des albuminoïdes du protoplasma qu'à la syringine. Molisch a examiné des écorces de *Syringa* au printemps et à l'automne et n'a pu trouver de différence dans l'aspect des colorations produites sur les coupes par l'action de l'acide sulfurique.

Goris (2), qui a également employé l'action de l'acide sulfurique conseillé par Borscow pour localiser la syringine, n'a pas obtenu de meilleurs résultats que Molisch, et conclut de ses essais que la localisation de ce glucoside est à reprendre par d'autres moyens.

En 1906, Vintilesco (3), en employant une méthode beaucoup plus précise que celles de ses devanciers, la méthode biochimique de dosage des sucres et des glucosides instituée par Bourquelot, montra que la syringine existe non seulement dans l'écorce des Troènes et des Lilas, mais aussi dans les feuilles où Kromayer et Borscow n'avaient pu la mettre en évidence. Ce sont même ces organes qui renferment la plus forte proportion de glucoside.

Les dosages effectués dans l'écorce du Lilas blanc en février et en avril montrent que pendant cette période la proportion de la syringine, aussi bien d'ailleurs que celle du sucre de canne et celle des sucres réducteurs, diminue d'une manière notable.

Dans les feuilles, chez le *Ligustrum vulgare*, le *Ligustrum japoni-*

---

(1) H. Molisch. Mikrochemie der Pflanze. Fischer, Iena, p. 172, 1913.

(2) A. Goris. Localisation et rôle des alcaloïdes et des glucosides chez les végétaux. Lechevalier, Paris, p. 310, 1914.

(3) Vintilesco. Recherche et dosage de la syringine dans les différents organes des Lilas et des Troènes. *(Journ. de Pharm. et de Chim.*, T. XXIV, p. 145, 1906).

Vintilesco. Recherches sur les glucosides de quelques plantes de la famille des Oléacées. *(Thèse Doct. Univ. (Pharm.)*, Paris, 1906).

Vintilesco. Recherches biochimiques sur quelques sucres et glucosides. *(Thèse Doct. Sciences nat.*, Paris, 1910).

cum et le *Ligustrum lucidum*, le dosage des sucres réducteurs, du saccharose et de la syringine, effectué à la fin de l'hiver d'une part et en mai d'autre part, montre que le glucoside, de même que les sucres, se trouve en quantité assez grande en hiver et tend à disparaître vers l'époque où les feuilles vont tomber. Vintilesco conclut de ces résultats : « Aussi la syringine doit-elle être considérée, comme le sucre de canne, non pas comme un déchet de l'activité végétale, mais plutôt comme une matière de réserve que la plante utilise dans une certaine mesure ».

Glucosides cyanogénétiques. — C'est sur les glucosides cyanogénétiques qu'ont porté les recherches les plus nombreuses au point de vue qui nous intéresse.

Soubeiran a montré que dans les feuilles du *Prunus Laurocerasus*, la quantité de glucoside cyanogénétique atteint son maximum en juillet et en août. Léonard (1) constate que l'action de la lumière intervient en augmentant la quantité de glucoside dans ces organes.

En 1884, Jorissen (2), au cours de recherches chimiques sur la cyanogénèse dans les *Linum*, constate que les plantules étiolées, développées à partir de graines de *Linum usitatissimum* mises à germer à l'obscurité, contiennent plus d'acide cyanhydrique que les graines non germées. De même, les amandes douces, avant la germination, ne renferment que de faibles traces de composé cyanogénétique, tandis que les amandes ayant germé à l'obscurité en contiennent une quantité notable. Par conséquent, pour ces deux plantes, une certaine quantité de glucoside cyanogénétique prend naissance dans les plantules au cours de la germination à l'obscurité. Il constate de plus que des graines de *Linum* germant à la lumière fournissent plus d'acide cyanhydrique que celles qui germent à l'obscurité.

---

(1) Léonard. Action de la lumière sur la production de l'amygdaline dans les feuilles du Laurier-cerise. (*Journ. pharm. et chim.*, T. XXV, p. 201, 1877).

(2) A. Jorissen. L'amygdaline et la germination. (*Bull. Acad. Roy. Belg.*, T. VI, pp. 718-722, 1883).

A. Jorissen. Recherches sur la germination des graines de Lin et des amandes douces. (*Bull. Acad. Roy. Belg.*, T. VII, pp. 736-745, 1884).

Lehmann (1) trouve au contraire que, dans les amandes amères, la quantité d'amygdaline diminue au cours de la germination. Pour cet auteur, l'amygdaline constituerait une substance de réserve qui serait consommée au moment de la germination.

Peckolt (2), en étudiant la constitution chimique des *Manihot*, montre que le *Manihot palmata*, considéré jusqu'alors comme ne contenant aucun composé toxique, produit cependant de petites quantités d'acide cyanhydrique, et il remarque que c'est au moment où les plantes fleurissent que la proportion d'acide cyanhydrique formé est la plus élevée ; à la maturité cette proportion devient extrêmement faible.

Greshoff (3) met en évidence, dans tous les organes du *Pangium edule*, la présence d'acide cyanhydrique s'y trouvant à l'état libre ou au moins sous forme d'un composé très instable. Il remarque que la proportion d'acide cyanhydrique fourni par les feuilles est très variable suivant l'âge de ces organes ; les jeunes feuilles, qui peuvent en donner jusqu'à 1 °/₀ de leur poids sec, sont plus riches que les feuilles âgées.

Tuma (4) met en évidence que, chez le *Prunus Padus*, les feuilles dans le bourgeon fournissent environ deux fois plus d'acide cyanhydrique que le même poids de feuilles complètement développées.

Soubeiran, opérant sur le *Prunus Laurocerasus*, Greshoff, sur le *Pangium edule*, et Tuma sur le *Prunus Padus*, aboutissent donc à un résultat analogue, les jeunes feuilles produisent plus d'acide cyanhydrique que les feuilles âgées.

En 1895, Treub (5) commence à faire connaître les résultats de ses belles recherches sur le rôle physiologique de l'acide cyanhydrique chez les végétaux. Ses expériences ont porté en premier lieu sur le

---

(1) LEHMANN. *(Just. bot. Jahresber.*, Bd. II, p. 823, 1874).

LEHMANN. *(Pharm. Ztg. f. Russland*, p. 352, 1885).

(2) Th. PECKOLT. Monografia do Milho e da Mandioca. (Rio-de-Janeiro, 1878) et *(Pharm. Rundschau*, T. IV, p. 227, 1886).

(3) GRESHOFF. Eerste verslag van het onderzoeck naar de plantenstoffen van Nederl. Indië. *(Meded. uit's Lands Plantentuin*, VII, pp. 109-114, Batavia, 1890) et *(Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg*, Vol. IX, p. 259, 1891).

(4) E. TUMA. *(Chem. Centr.*, Bd. I, p. 260, 1893).

(5) TREUB. Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* Reinw. *(Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg*, Vol. XIII, pp. 1-89, 1895).

Pangium edule où Greshoff (1) venait de mettre en évidence la présence de quantités considérables de ce corps.

Treub détermine tout d'abord la localisation de l'acide cyanhydrique dans les divers organes du *Pangium edule* en utilisant la formation de bleu de Prusse comme méthode de recherche microchimique.

Dans le tronc et les branches, dans le pétiole des feuilles, dans les racines, ainsi que dans l'axe des plantules, l'acide cyanhydrique se trouve localisé surtout dans le liber et dans le péricycle, ainsi que dans des « cellules spéciales » de l'écorce et de la moelle. Il s'accumule particulièrement en grande quantité au voisinage des feuilles et dans les points où il y a arrêt de croissance.

Dans les différentes parties de la fleur, dans le pédoncule, dans le fruit, la localisation est la même. Les « cellules spéciales » sont extrêmement nombreuses dans le fruit en voie de développement.

Dans les graines, l'acide cyanhydrique est localisé dans les cellules périphériques de l'endosperme et dans les cellules qui se trouvent au contact des cotylédons. Les cotylédons eux-mêmes sont très riches, tandis que l'axe de l'embryon n'en renferme pas.

Dans le limbe des feuilles, l'acide cyanhydrique se trouve dans le liber des nervures, dans toutes ou presque toutes les cellules du parenchyme foliaire, et surtout dans certaines cellules de l'épiderme, où la proportion est très élevée, ce sont : les cellules basilaires des poils et les cellules à mâcles ; Treub envisage ces éléments comme *les laboratoires où le principe se forme.*

Dans les « cellules spéciales » jeunes des organes traités en vue de l'étude de la localisation de l'acide cyanhydrique, on distingue facilement le protoplasme et le noyau ; dans les cellules plus âgées, on les distingue moins aisément ; dans les cellules plus âgées encore, tout le contenu cellulaire présente un aspect réfringent et homogène dû à ce que, à côté de l'acide cyanhydrique, il s'est fait une accumulation de substances albuminoïdes. Dans ces « cellules spéciales » la présence de l'acide cyanhydrique précède donc l'accumulation de la matière albuminoïde. De plus, à mesure que les éléments examinés ralentissent leur activité, l'acide cyanhydrique diminue peu à peu tandis que les composés albuminoïdes deviennent abondants ; on peut même trouver des cellules spéciales « *qui ne contiennent plus du tout d'acide cyanhydrique quoiqu'elles continuent toujours à renfermer des dépôts de matière albuminoïde* ». Enfin, les matières albuminoïdes elles-mêmes diminuent puis disparaissent. Des phénomènes de même ordre ont été observés dans les cellules annexes du liber. L'auteur conclut de ces derniers faits que « l'acide cyanhydrique n'est pas un produit nécessaire des transformations chimiques que subit la matière albuminoïde mise en réserve dans ces cellules, lorsqu'elle va être utilisée par la plante ».

---

(1) GRESHOFF. *Loc. cit.*

Treub entreprend ensuite de rechercher si, dans le *Pangium,* l'acide cyanhydrique est transporté dans le liber. Pour cela, il pratique des incisions annulaires sur les tiges de jeunes pieds de *Pangium,* et, sacrifiant les plantes successivement à des temps de plus en plus éloignés de l'époque de l'incision, il recherche microchimiquement l'acide cyanhydrique dans les tissus au-dessus et au-dessous de la plaie cicatrisée. Il constate qu'au-dessous de l'incision, l'acide cyanhydrique disparaît peu à peu jusqu'à ne plus exister non seulement dans la tige mais encore dans la racine, tandis qu'il s'accumule au contraire progressivement en grande quantité au-dessus de l'incision, jusque dans les feuilles qui deviennent particulièrement riches. A la suite d'incisions faites sur des pétioles de plantes laissées à la lumière ou placées à l'obscurité, la recherche de l'acide cyanhydrique dans les tissus au-dessous et au-dessus des plaies ont encore permis de constater la disparition de ce corps au-dessous tandis qu'il s'accumule au-dessus. L'auteur conclut de cette partie de ses recherches que l'acide cyanhydrique, formé dans les limbes foliaires, s'emmagasine dans le liber et est transporté dans ce tissu « vers tous les endroits où il faut à la plante beaucoup de substances plastiques azotées. »

L'ensemble de ces premiers résultats obtenus au cours de son étude sur le *Pangium* conduit Treub à émettre l'hypothèse d'après laquelle « l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* est une substance aux dépens de laquelle s'édifie ultérieurement de la matière albuminoïde. » Dans le but de vérifier cette hypothèse par de nouveaux arguments, l'auteur entreprend une série de nouvelles expériences.

Des pieds de *Pangium* cultivés soit en pleine terre, soit dans des pots, sont placés, les uns à la lumière, les autres à l'obscurité. La recherche microchimique de l'acide cyanhydrique, effectuée dans les tissus des deux lots de plantes, permet de constater la persistance de ce composé dans les individus maintenus à la lumière et sa disparition dans ceux qui se trouvaient à l'obscurité, cette disparition devenant complète après 12 à 20 jours de séjour à l'obscurité.

Lorsque les plantes ayant perdu à l'obscurité l'acide cyanhydrique de leurs feuilles sont ensuite exposées à la lumière, la plupart des feuilles tombent, mais celles qui persistent reforment peu à peu de l'acide cyanhydrique, et, après un temps suffisant, elles en contiennent une proportion normale. Treub conclut de l'ensemble de ces faits que les feuilles peuvent utiliser elles-mêmes l'acide cyanhydrique qu'elles forment.

Si l'on empêche l'acide cyanhydrique contenu dans les feuilles d'émigrer vers les rameaux en pratiquant la décortication annulaire des pétioles, et si l'on expose ensuite à l'obscurité les plantes ainsi traitées, on constate que l'acide cyanhydrique disparaît à peu près aussi rapidement des feuilles à pétiole incisé que des feuilles normales.

Des expériences qu'il entreprit dans cette voie, Treub conclut que « seulement au commencement de la mise à l'obscurité le transport de l'acide cyanhydrique vers la tige continue ; bientôt il s'arrête et la disparition complète du principe est due presque en entier à ce que la feuille l'utilise elle-même. »

Les expériences faites pour étudier l'influence exercée sur la teneur en acide cyanhydrique des feuilles par un séjour dans une atmosphère confinée dépourvue d'anhydride carbonique ont été difficiles à réaliser, car le *Pangium* supporte mal un séjour prolongé dans une atmosphère dépourvue de gaz carbonique ; toutefois les quelques expériences qui ont pu être conduites à bonne fin ont permis de constater que l'acide cyanhydrique disparaît dans les feuilles maintenues à l'abri de l'anhydride carbonique, et se reforme dans les mêmes feuilles replacées en présence de l'air normal. La formation de l'acide cyanhydrique dans les feuilles du *Pangium* ne dépend donc pas directement de l'influence de la lumière, mais il y a une relation entre la production de l'acide cyanhydrique et l'assimilation chlorophyllienne du carbone.

Treub cherche ensuite à déterminer s'il existe une relation directe ou indirecte entre l'assimilation chlorophyllienne et la production de l'acide cyanhydrique. Pour cela, des lobes de feuilles sont mis à l'abri de la lumière par enveloppement au moyen d'une feuille d'étain, tandis que les autres parties de la feuille restent éclairées. Après un temps supérieur à celui qui serait nécessaire à la disparition de l'acide cyanhydrique si toute la plante était placée à l'obscurité, la recherche microchimique de ce corps montre que le lobe enveloppé renferme autant d'acide cyanhydrique que les parties éclairées. D'autre part, de jeunes plantules qui renferment encore une grande partie des réserves nutritives emmagasinées dans la graine, étant placées à l'obscurité, contiennent encore après 26 jours, beaucoup d'acide cyanhydrique dans leurs feuilles.

Par conséquent, non seulement l'acide cyanhydrique déjà formé ne disparaît pas par la privation de lumière réalisée dans les conditions indiquées, mais encore il peut prendre naissance ; car, sur des plantes placées pendant longtemps à l'obscurité et chez lesquelles de jeunes feuilles étaient en voie de développement, ces organes renfermaient beaucoup d'acide cyanhydriqne non seulement dans le liber (où l'acide cyanhydrique trouvé provient du transport des parties vieilles vers les parties jeunes) mais aussi dans les cellules des poils et dans les cellules à mâcles où il est difficile d'admettre qu'il a été transporté.

Ces expériences montrent donc qu'il n'existe pas une relation directe entre la production de l'acide cyanhydrique et l'assimilation chlorophyllienne, mais seulement une relation indirecte ; cette production est sous la dépendance, non du phénomène chlorophyllien lui-même, mais des hydrates de carbone qui prennent naissance au cours de ce phénomène ; *la présence d'hydrates de carbone est une condition sine qua non pour la formation de l'acide cyanhydrique dans le* Pangium edule.

Quels sont ces hydrates de carbone ? Les tissus du *Pangium* sont riches en sucre réducteur, glucose ou sucre voisin ; de plus, partout où l'acide cyanhydrique se forme en abondance on constate la présence d'une grande quantité d'une substance réductrice. Treub suppose que c'est ce sucre réducteur qui constitue le composé non azoté nécessaire à la formation de l'acide cyanhydrique dans les feuilles du *Pangium*. Toutefois, toutes les expériences entreprises en vue de faire réapparaître l'acide cyanhydrique dans une feuille où on l'a fait disparaître à l'obscurité, en nourrissant les organes avec des solutions de sucres n'ont pas donné de résultats.

D'où vient l'azote contenu dans l'acide cyanhydrique des feuilles de *Pangium* ? Treub entreprend plusieurs expériences pour essayer de résoudre cette question. Dans de jeunes feuilles composées, dont le pétiole plonge dans l'eau, l'acide cyanhydrique disparaît d'autant plus rapidement que ces feuilles ont une plus grande énergie de croissance. Le même fait se produit lorsque, sur de jeunes feuilles, on coupe l'un des lobes à la base de façon à sectionner toutes les nervures importantes, le lobe n'étant plus alors en contact avec le reste de la feuille que par le parenchyme et quelques fines nervures. Dans ces deux cas, où les liquides venant du sol ne peuvent plus arriver dans les feuilles, ou parties de feuilles, l'acide cyanhydrique est utilisé par les tissus ainsi isolés et ne peut plus se reformer. L'auteur pense que parmi les substances venant du sol ce sont les composés azotés, probablement les nitrates, qui sont indispensables à la formation de l'acide cyanhydrique.

Les racines des pieds de *Pangium* qui portent peu de feuilles donnent des réactions positives très nettes dans la recherche microchimique des nitrates. Les racines des pieds qui portent beaucoup de feuilles ne donnent pas de réaction ou en donnent une très faible. D'autre part, sur ces derniers pieds, *les feuilles inférieures ne renferment pas d'acide cyanhydrique ;* Treub déduit de ces faits que :

1° le *Pangium* puisant les nitrates dans le sol, ces sels s'accumulent dans la racine lorsque les feuilles sont peu nombreuses, et par conséquent n'en utilisent qu'une faible proportion ;

2° les feuilles de *Pangium* décomposent les nitrates car ces organes ne donnent jamais de réaction positive dans la recherche microchimique de ces sels ;

3° les feuilles inférieures des *Pangium* très feuillés ne renferment pas d'acide cyanhydrique parce que les feuilles supérieures ayant absorbé la totalité des nitrates arrivant par la racine, il n'en est pas resté pour les feuilles inférieures qui se sont ainsi trouvées dans l'impossibilité de former de l'acide cyanhydrique.

Treub voit dans ces faits et les déductions qu'il en tire une une première vérification de son hypothèse relative à la formation de l'acide cyanhydrique à partir des nitrates.

Toutefois, tous les essais entrepris en vue de faire réapparaître l'acide cyanhydrique dans les feuilles de *Pangium* n'en contenant pas, en nourrissant ces organes avec des nitrates, sont restés sans résultats positifs.

Par contre, en enlevant toutes les feuilles supérieures dans des pieds de *Pangium* dont les feuilles inférieures sont dépourvues d'acide cyanhydrique, Treub a constaté que cet acide apparaissait dans les feuilles inférieures 8 à 10 jours après l'ablation des feuilles supérieures.

Prévoyant qu'on pouvait objecter à ce résultat que les sels amenés par la sève ascendante activent la formation des hydrates de carbone et que la production d'acide cyanhydrique peut alors être attribuée à cette formation et non à l'arrivée des nitrates, Treub pratique sur la tige de jeunes pieds de *Pangium* de profondes décortications annulaires intéressant une partie du bois ; la croissance terminale se ralentit et les feuilles s'enrichissent alors en hydrates de carbone. Dans ces conditions, les feuilles inférieures, quoique très riches en amidon, ne contiennent pas d'acide cyanhydrique. Si, à ce moment, on enlève toutes les feuilles supérieures, l'acide cyanhydrique commence à apparaître dans les feuilles inférieures laissées. La cyanogénèse dans les feuilles inférieures n'est donc pas due ici à l'accélération de la formation des hydrates de carbone, Treub l'attribue à l'apport de substances inorganiques amenées du sol, et en particulier à l'apport de nitrates.

Il fait remarquer de plus que les cellules basilaires des poils et les cellules à mâcles qui ont été reconnues par lui comme des points spéciaux de localisation de l'acide cyanhydrique et qu'il considère comme les laboratoires de fabrication de ce corps, ont précisément été signalées par Schimper, Wehmer et plusieurs autres botanistes, comme des éléments où s'emmagasinent les nitrates.

De l'ensemble de ses recherches sur la cyanogénèse dans le *Pangium edule,* Treub conclut que, dans cette plante « l'acide cyanhydrique est le premier produit *reconnaissable* de l'assimilation de l'azote. »

Entrant ensuite dans des considérations théoriques, il émet l'hypothèse que l'acide cyanhydrique pourrait être le premier composé organique *qui se forme* dans l'assimilation de l'azote ; ce composé serait ainsi le point de départ de la synthèse conduisant vers la formation des matières albuminoïdes. Il montre que rien ne s'oppose théoriquement, au point de vue chimique, à cette hypothèse, et rappelle que plusieurs auteurs ont déjà entrevu la possibilité que l'acide cyanhydrique joue un rôle dans la formation des matières albuminoïdes. Pflüger (1) attribue en effet un rôle prépondérant au cyanogène dans la formation de l'albumine et dans l'origine de la vie sur notre planète. Latham (2) considère également le cyanogène comme ayant une grande importance dans la genèse des matières albuminoïdes. Il en est de même de Hunt et d'A. Gautier.

En résumé, pour Treub, l'acide cyanhydrique serait le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote ; il prendrait naissance dans les feuilles aux dépens des hydrates de carbone et des nitrates. Il serait aussi une forme de transport des substances azotées ; c'est à ce titre qu'on le trouverait dans le liber du *Pangium*.

D'après les recherches de Cooley (3), l'écorce de *Prunus virginiana* renferme le maximum de glucoside cyanhydrique en automne. Si l'on rapproche ce résultat de ceux obtenus par Soubeiran, Greshoff et Tuma, qui constatent que les vieilles feuilles de *Prunus Laurocerasus*, de *Pangium edule* et de *Prunus Padus* sont moins riches en composés cyanogénétiques que les jeunes feuilles, il ne semble pas illogique de supposer que ces composés émigrent des feuilles avant la chute de ces organes pour aller s'emmagasiner dans l'écorce.

Van der Ven (4) constate que la teneur des plantes en composé cyanogénétique diminue à l'obscurité. Ce résultat s'ajoute à ceux obtenus par Treub dans le même sens.

En 1898, Soave (5) étudie la variation des glucosides cyanogénétiques au cours de la germination des amandes, sujet sur lequel existaient les données contradictoires de Lehmann et de Jorissen. Les résultats obtenus par Soave confirment et complètent ceux de Jorissen. Les amandes douces qui, avant la germination, ne renferment que des traces d'acide cyanhydrique, produisent une quantité notable de ce composé lorsqu'on les fait germer à l'obscurité, dans un milieu dépourvu d'aliments azotés et carbonés. Dans les plantules d'amandes amères, la quantité de glucoside cyanogénétique augmente également pendant les premiers stades de la germination. Soave se range à l'opinion de Treub à propos du rôle que joue l'acide cyanhydrique chez les végétaux.

---

(1) Pflüger. *(Archiv.*, Bd. X, pp. 334-344, 1875).

(2) Latham. Croonian Lectures, Cambridge, 1887.

(3) Gr. Cooley. *(Just Bot. Jahresber.*, Bd. II, p. 24, 1897).

(4) A. J. Van der Ven. *(Nederl. Tijdschr. Pharm.*, Bd X, p. 239, 1898).

(5) Soave. Sulla funzione fisiologica dell' acido cianidrico nelle piante. *(Ann. di Pharmacoterapia e chimica*, pp. 481-498, 1898).

Dunstan et Henry (1), au cours de leurs recherches sur le glucoside cyanogénétique du *Lotus arabicus,* la lotusine, constatent que la teneur en glucoside des feuilles et des tiges atteint un maximum à la fin de la floraison, diminue ensuite et devient nulle à la fin de la végétation.

En 1902, Verschaffelt (2) étudie les variations des composés cyanogénétiques pendant l'éclosion des bourgeons chez le *Prunus Padus* et le *Prunus Laurocerasus*. Dans ces organes, l'acide cyanhydrique semble exister sous forme de glucoside du type amygdaline car il est nécessaire de faire macérer préalablement les organes pour pouvoir en extraire par distillation la quantité d'acide cyanhydrique ; d'autre part, le liquide distillé obtenu en partant des pousses étiolées ou des pousses vertes présente une odeur intense d'aldéhyde benzoïque.

L'auteur constate que, dans les deux espèces de *Prunus* examinées, lorsque les bourgeons s'ouvrent, la quantité absolue de composés cyanogénétiques contenus dans les jeunes pousses augmente graduellement ; pendant cette même période, la quantité de ces substances contenues dans 100 parties d'organes change peu. L'augmentation des substances étudiées est, pour une grande part au moins, indépendante de l'action de la lumière. L'auteur a pu reconnaître que les composés cyanogénétiques qui s'accumulent ainsi dans les bourgeons ne proviennent pas des jeunes rameaux portant directement les bourgeons et développés l'année précédente. Il reste toutefois à rechercher si les composés cyanogénétiques étudiés proviennent d'organes plus éloignés ou se sont constitués sur place dans les jeunes pousses aux dépens d'autres substances.

En 1903, Brünnich (3) met en évidence l'existence d'une très grande proportion de glucoside producteur d'acide cyanhydrique dans les tiges et les feuilles des différentes variétés de Sorgho que l'on cultive en Queensland, dans des sols riches en nitrate de soude.

---

(1) W. R. Dunstan et T. H. Henry. The nature and origin of the poison of *Lotus arabicus. (Proc. roy. Soc.,* T. LXVII, p. 224, 1900 et T. LXVIII, p. 374, 1901).

(2) E. Verschaffelt. On the prussic acid in the opening buds of *Prunus. (Koninklijke Akademie van Wetens. te Amsterdam,* pp. 31-41, 1902).

(3) Brünnich. Hydrocyanic acid in fodder plants. *(Journ. of the Chem. Soc.,* T. LXXXIII, pp. 788-796, 1903).

Les recherches de Heim et Hébert (1) sur les *Stipa* producteurs d'acide cyanhydrique ont montré l'influence de l'altitude sur la teneur des plantes en glucoside cyanogénétique. Les tiges du *Stipa leptostachya* récoltées à 2500 m. d'altitude ne contiennent que des traces de glucoside, celles des plantes développées à 3.800 m. fournissent $0^{gr},02$ d'acide cyanhydrique pour 100 gr. de substance sèche.

Continuant ses recherches sur les plantes à acide cyanhydrique, Treub (2) étudie la formation de ce composé dans le *Phaseolus lunatus* L., où il existerait à l'état libre, mais aussi et surtout sous forme d'un glucoside, la phaséolunatine.

La localisation du contenu cyanogénétique est très différente dans le *Phaseolus lunatus* et le *Pangium edule*. Dans la première plante on ne trouve d'acide cyanhydrique en quantité notable que dans les feuilles et les graines ; le liber des pétioles, des tiges et des racines n'en contient pas. L'acide cyanhydrique n'est donc pas ici la forme de transport de l'azote organique ; c'est sous une autre forme, peut-être à l'état d'une combinaison où l'acide cyanhydrique n'est plus décelable que l'azote organique voyage.

Les dosages effectués sur les feuilles récoltées à des âges différents montrent que les jeunes feuilles sont beaucoup plus riches en acide cyanhydrique que les feuilles âgées.

L'étude de l'évolution de l'acide cyanhydrique dans les feuilles, faite au cours d'une journée, soit par la méthode microchimique, soit par des dosages, montre qu'il n'y a pas de règle fixe pour l'augmentation ou la diminution de l'acide cyanhydrique des feuilles pendant cette période. Mais, par contre, il y a une relation très nette avec l'éclairement du jour précédant la récolte. « Les augmentations et les diminutions de l'acide cyanhydrique correspondent à des augmentations et des diminutions d'heures et de minutes de soleil, enregistrées *non les jours mêmes, mais les jours précédents.* »

---

(1) F. HEIM et A. HÉBERT. Les « Viscacheras » Graminées andines productrices d'acide cyanhydrique. *(Bull. mensuel Ass. franç. Av. Sciences*, p. 382, 1904).

(2) TREUB. Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes. *(Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e série, Vol. IV, pp. 86 147, 1905).

La comparaison des résultats obtenus pour l'acide cyanhydrique libre et pour l'acide cyanhydrique glucosidique dans des feuilles d'âge différent conduit Treub à admettre que le glucoside des feuilles, comme celui des graines, doit être considéré comme une substance de réserve; « des deux formes qu'affecte, dans les feuilles du *Phaseolus lunatus*, l'acide cyanhydrique, produit d'assimilation transitoire, la moins stable prend naissance la première; la partie de celle-ci qui n'est pas directement utilisée se dépose provisoirement sous une forme plus stable, fort probablement de nature glucosidique. »

Les recherches faites sur l'influence de la lumière confirment celles entreprises sur le *Pangium*, mais ici les études microchimiques sont complétées par des dosages. On constate ainsi que la mise à l'obscurité détermine une diminution de l'acide cyanhydrique sous ses deux formes, la diminution étant beaucoup plus considérable pour la forme glucosidique que pour la forme libre. La réexposition à la lumière fait apparaître à nouveau l'acide cyanhydrique. Chez le *Phaseolus*, comme chez le *Pangium*, la lumière n'agit que d'une manière indirecte; l'expérience de Sachs (mise à l'obscurité d'une petite partie de plante tandis que tout le reste est éclairé) répétée avec le *Phaseolus* montre en effet que la partie mise à l'obscurité forme de l'acide cyanhydrique. Par contre, des parties de feuilles exposées à la lumière mais dans des conditions telles qu'elles ne peuvent pas assimiler (immergées par exemple) perdent leur acide cyanhydrique. Par conséquent, dans le *Phaseolus* comme dans le *Pangium*, « ce sont les produits de l'assimilation du carbone qu'il faut à la feuille pour former de l'acide cyanhydrique. »

L'auteur, en opérant sur le *Phaseolus*, parvient à donner une preuve directe de ce fait, ce qu'il n'avait pu faire avec le *Pangium*. De jeunes feuilles de *Phaseolus* sont cueillies le matin, au moment où elles renferment peu d'acide cyanhydrique, et la base de leur pétiole est plongée, pour les unes dans une solution de sucre, pour les autres dans l'eau; on expose ensuite le tout, non à l'obscurité complète, mais à une lumière très diffuse assez faible pour empêcher l'utilisation de l'anhydride carbonique de l'air. L'étude microchimique des deux séries de feuilles montre que, dans celles dont le pétiole est immergé dans l'eau, il y a disparition progressive de l'acide cyanhydrique, et au contraire accumulation de ce corps dans celles dont le pétiole est immergé dans une solution de glucose à 4 ou 5 °/₀ par exemple.

Le glucose et le lactose sont les sucres qui donnent les meilleurs résultats. Le maltose et le saccharose conviennent moins bien, mais fournissent encore des résultats positifs. Le lévulose, le raffinose, le xylose et la glycérine donnent des résultats négatifs ; enfin, le galactose, la mannite et l'arabinose sont nettement nocifs.

Les dosages effectués sur les feuilles ainsi traitées complètent les résultats fournis par les recherches microchimiques. Ils permettent de constater que, dans les expériences faites soit avec le glucose, soit avec le lactose, il y a formation en présence de ces sucres non seulement d'acide cyanhydrique libre mais aussi d'acide cyanhydrique glucosidique.

Reprenant avec le *Phaseolus* les expériences entreprises sans succès sur le *Pangium* en vue de rechercher si les nitrates ont une action directe sur la cyanogénèse, Treub parvient à obtenir des résultats positifs. Il opère comme pour les sucres, en employant des solutions de nitrate de potassium ou d'ammonium de 0, 1 à 1 °/₀.

L'interprétation des résultats est rendue un peu difficile par le fait qu'une trop grande accumulation de nitrates accélère l'utilisation de l'acide cyanhydrique à mesure qu'il prend naissance. Toutefois, si on tient compte de cette particularité, les examens microchimiques comparatifs ainsi que les dosages effectués montrent que, chez le *Phaseolus*, les nitrates ont une *influence directe* sur la formation de l'acide cyanhydrique.

L'auteur remarque d'autre part que les feuilles primordiales de *Phaseolus* renferment une grande quantité de nitrates et très peu d'acide cyanhydrique. Ici encore, ce serait l'accumulation des nitrates qui empêcherait l'acide cyanhydrique de s'emmagasiner, en accélérant sa transformation. En effet, les plantules se développant en sols pauvres en nitrates ont des feuilles primordiales pauvres en nitrates mais riches en acide cyanhydrique. De plus, si, au début de la germination en sol normalement riche en nitrates, on enlève les feuilles primordiales, les premières feuilles composées font fonction de feuilles primordiales, ce sont elles alors qui sont pauvres en acide cyanhydrique ; l'effet se fait sentir jusque sur les secondes, troisièmes, quatrièmes et même cinquièmes feuilles.

Enfin, les cultures en pots, dans des terres renfermant des proportions variées de nitrates, apportent de nouveaux résultats, qui s'ajoutent aux précédents ; les nitrates se montrent indispensables à la formation de l'acide cyanhydrique, mais ils déterminent une diminution de ce principe dès que leur proportion dans la terre dépasse une certaine limite.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de cette nouvelle série de recherches constitue donc une confirmation de l'hypothèse formulée par Treub en 1895, et d'après laquelle l'acide cyanhydrique serait le premier produit *reconnaissable* ou peut-être même le premier composé organique azoté *qui se forme* dans l'assimilation de l'azote ; il apporte même des preuves directes qui manquaient encore lorsque cette hypothèse fut proposée. Treub fait toutefois remarquer que cette manière de voir reste encore hypothétique ; on peut lui opposer le fait que si l'acide cyanhydrique a été mis en évidence dans un grand nombre de plantes, la plus grande partie des espèces végétales n'en contiennent pas. On peut cependant répondre à cette objection que dans ces espèces il se peut que l'acide cyanhydrique ne se montre pas parce que, dès sa formation, il s'engage dans des combinaisons trop stables pour qu'il soit possible d'y déceler sa présence. Treub cite la manière de voir de Margin (1) qui est conforme à cette conception. Peut-être sera-t-il possible de provoquer artificiellement un moment d'arrêt au stade cyanhydrique dans des végétaux qui ne présentent jamais d'acide cyanhydrique dans les conditions normales.

On peut dire en tous cas qu'au point de vue physiologique tous les résultats obtenus sont en faveur de l'hypothèse proposée et qu'au point de vue chimique il n'existe aucune objection ; au contraire, plusieurs chimistes : A. Gautier (2), Dunstan et Henry (3), Laurent et Marchal (4), ont publié de 1895 à 1905, des travaux dans lesquels l'acide cyanhydrique et les glucosides cyanogénétiques sont considérés comme jouant un rôle important dans la genèse des matières albuminoïdes, et comme constituant des états intermédiaires de l'évolution de l'azote depuis l'azote minéral jusqu'à l'azote albuminoïde.

---

(1) Margin. *(Revue générale des Sciences,* p. 441, 1896).

(2) A. Gautier. Leçons de Chimie biologique normale et pathologique, 2ᵉ édit., Masson et Cⁱᵉ, Paris, 1897.

(3) Dunstan et Henry. Cyanogenesis in plants II. *Sorghum vulgare. (Phil. Trans.,* 1902).

(4) Laurent et Marchal. Recherches sur la synthèse des substances albuminoïdes par les végétaux. Bruxelles, 1903.

Dans ses recherches sur la cyanogénèse chez les végétaux, Guignard a mis en évidence un certain nombre de faits relatifs à la question qui nous occupe. En 1905 (1), il fait connaître, en même temps que Bourquelot et Danjou (2), l'existence d'un glucoside cyanogénétique dans le Sureau noir. Il constate que, dans cette plante, l'acide cyanhydrique est entièrement à l'état de glucoside. C'est la feuille fraîche qui en contient le plus. La teneur des feuilles en glucoside est d'ailleurs très variable suivant le degré du développement, la saison, la vigueur de la plante, etc. Les feuilles les plus développées, d'un vert sombre, provenant de sujets vigoureux, se sont montrées plus riches que celles de moindres dimensions développées sur les courtes branches de troncs chétifs ou très âgés.

Après les feuilles, ce sont les fruits jeunes et encore verts qui contiennent le plus de glucoside cyanogénétique ; ce dernier y diminue au cours de la maturation et finit par disparaître.

Puis, vient l'écorce verte des rameaux de l'année. Les fleurs n'en renferment que des traces. Les racines n'en contiennent pas.

Le principe cyanogénétique se forme donc et se présente en plus grande abondance dans les feuilles. Il ne s'accumule pas dans les organes de réserve contrairement à ce qui se passe dans l'amande amère et dans la graine du *Phaseolus lunatus*. Ici le glucoside se comporte comme chez le *Lotus arabicus* et chez le *Sorghum vulgare*, où les principes cyanogénétiques existent temporairement dans les tissus verts pendant la période végétative où le métabolisme est actif, et disparaissent quand les plantes parviennent à la fin de leur période végétative et produisent les graines.

Guignard (3) étudie ensuite avec plus de détails la variation du glucoside producteur d'acide cyanhydrique dans les différents organes du Sureau au cours de la végétation. « On admet généralement, dit-il, que, chez les plantes à feuilles caduques, les substances nutritives accumulées dans celles-ci émigrent peu à peu, vers la fin de la période végétative, dans les organes vivaces. Mais, si la plupart des auteurs sont d'avis que la feuille se vide, en général, de presque tous les éléments minéraux ou organiques qui sont encore utilisables, quelques-uns (en particulier C. Wehmer, 1892) pensent, au contraire, qu'une partie, souvent très notable, des matériaux de ce genre est en réalité perdue pour la plante. Quant aux composés particuliers, tels que l'amygdaline ou les glucosides analogues, qui semblent devoir participer des propriétés nutritives des hydrates de carbone, on ne sait pas encore ce qu'ils deviennent, à l'arrière-saison, dans les feuilles caduques des espèces arborescentes. »

---

(1) L. Guignard. Sur l'existence dans le Sureau noir d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique (*C. R. Ac. Sc.*, T. CXLI, pp. 16-20, 1905).

(2) E. Bourquelot et E. Danjou. Sur la présence d'un glucoside cyanhydrique dans les feuilles de Sureau. (*C. R. Ac. Sc.*, T. CXLI, pp. 59-61, 1905).

(3) L. Guignard. Nouvelles observations sur la formation et les variations quantitatives du principe cyanhydrique du Sureau noir. (*C. R. Ac. Sc.*, T. CXLI, pp. 1193-1201, 1905) et (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, T. XIII, pp. 65-74, 1906).

Guignard étudie d'abord les feuilles de Sureau noir plus ou moins âgées prises sur de longs rameaux nés au printemps. Il indique la quantité d'acide cyanhydrique fourni par 100 parties de feuilles récoltées à des époques différentes, entre août et novembre, d'une part sur la partie inférieure des rameaux, d'autre part sur la partie supérieure.

Quelle que soit l'époque à laquelle la récolte est faite, les feuilles de la partie supérieure des rameaux fournissent plus d'acide cyanhydrique, et par conséquent renferment plus de glucoside cyanogénétique que les feuilles de la partie inférieure.

Les différences existant dans la teneur en glucoside chez les feuilles récoltées à des âges différents sont assez faibles. Pour celles de la partie inférieure des rameaux, la teneur en glucoside diminue avec l'âge ; au contraire, pour celles de la partie supérieure, elle augmente.

Guignard pense que la différence de proportion d'acide cyanhydrique dans les feuilles d'âge différent « provient beaucoup moins d'une diminution réelle du glucoside dans les feuilles âgées que du fait de l'épaississement et, par suite, de l'augmentation de poids de leurs membranes cellulaires, ainsi que du dépôt de substances minérales insolubles, telles que l'oxalate de calcium. » Il fait remarquer que les feuilles des parties supérieures ont conservé, au moment de leur chute, la presque totalité de leur glucoside.

Les très jeunes feuilles prises sur des rameaux encore peu développés renferment sensiblement la même quantité de glucoside que celles du sommet des rameaux âgés de 5 à 6 mois.

Les feuilles petites et coriaces prises sur un arbre âgé et peu vigoureux sont beaucoup plus pauvres en glucoside que les feuilles précédemment étudiées.

L'écorce des rameaux renferme, à poids égal, d'autant moins de principe cyanhydrique qu'ils sont plus âgés, « mais cette différence provient de ce que, avec l'âge, l'épaississement de l'écorce et l'allongement intercalaire des entre-nœuds deviennent plus considérables. Dans l'écorce, comme dans les feuilles, la proportion du glucoside paraît être en relation avec celle de la chlorophylle. Elle n'est pas plus grande dans les bourgeons que dans l'écorce, au commencement de l'hiver.

Les fruits en voie de développement contiennent le glucoside aussi longtemps qu'ils sont verts ; mais il disparaît entièrement à la maturité. »

En résumé, le glucoside cyanogénétique du Sureau noir subit au cours de la période végétative, dans les différents organes, des variations extrêmement faibles. « Vers la fin de la période végétative, il n'émigre pas en nature dans la tige et reste dans la feuille qui tombe.

Toutefois, si, dans le cas actuel, ce glucoside ne semble pas être une substance de réserve, au même titre que divers hydrates de carbone auxquels on aurait pu le comparer, il n'en est pas moins permis de supposer, par comparaison avec ce qui se passe chez d'autres plantes à acide cyanhydrique, que, dans le cours de la végétation, il subit une métamorphose de nature encore inconnue, au fur et à mesure qu'il est élaboré dans les tissus chlorophylliens. »

Guignard (1) effectue des recherches de même ordre sur les *Ribes* où l'acide cyanhydrique se trouve également à l'état de glucoside. Il montre que le glucoside existe dans les feuilles de *Ribes rubrum* L. pendant toute la végétation mais y diminue à partir de juin jusqu'au moment de la maturité des fruits. Les rameaux de l'année renferment très peu de principe cyanhydrique ; la racine et les fruits mûrs en sont complètement dépourvus. Les mêmes faits ont été constatés chez le *Ribes aureum*.

En 1906, Guignard (2) étudie la cyanogénèse dans la famille des Rosacées. Il constate, à propos du *Photinia serrulata*, que « chez le même individu, l'âge des feuilles a une influence assez marquée sur la teneur en glucoside cyanogénétique. » Le dosage de l'acide cyanhydrique dans les bourgeons et les feuilles à différentes époques de leur développement et pendant deux années consécutives, permit de constater que la proportion de glucoside est à son maximum dans les bourgeons. « Pendant la première période du développement des feuilles, elle présente presque le même taux, puis elle diminue lorsque la feuille s'accroît rapidement en perdant sa teinte rosée. Vers la fin de l'année, un relèvement se produit, qui paraît se continuer jusqu'à l'hiver, la feuille ayant pris une coloration vert sombre. A partir de cette période et pendant la seconde année, la proportion du glucoside reste à peu près constante. »

---

(1) L. Guignard. Sur l'existence, dans certains Groseillers, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique. *(C. R. Ac. Sc.*, T. CXLI, pp. 448-452, 1905).

(2) L. Guignard. Nouveaux exemples de Rosacées à acide cyanhydrique. *(C. R. Ac. Sc.*, T. CXLIII, pp. 451-457, 1906).

Chez l'*Amelanchier vulgaris* les premières feuilles récoltées en avril à la sortie des bourgeons renferment 0, 015 °/₀ d'acide cyanhydrique. En août, les feuilles adultes n'en contiennent plus qu'une très faible quantité.

Les recherches analogues faites sur les Passiflorées permettent à Guignard de constater que certaines espèces renferment un principe cyanogénétique en assez grande quantité dans leur racine. Les feuilles en contiennent également en proportion variable suivant l'espèce, l'âge, la culture en serre ou en plein air.

Les feuilles du *Passiflora cærulea* contiennent au moment de leur chute, à la fin du mois de novembre, à peu près autant de glucoside que pendant leur période de végétation la plus active. A ce point de vue le *Passiflora cærulea* est à rapprocher du *Sambucus nigra*.

En 1906 (1), Soave étudie l'évolution de l'acide cyanhydrique au cours de la germination des graines de *Mespilus japonica*. Dans les graines n'ayant pas germé l'acide cyanhydrique n'existe qu'à l'état de glucoside ; il n'y a pas d'acide cyanhydrique libre, ou seulement à l'état de traces. L'azote contenu dans le glucoside représente alors 6, 89 °/₀ de l'azote total de la graine. Au cours de la germination, la quantité de glucoside cyanogénétique augmente et, de plus, on constate la formation d'acide cyanhydrique libre. A un certain stade de développement de la plantule, l'azote de l'acide cyanhydrique libre représente 1,93 °/₀ de l'azote total et celui du glucoside cyanogénétique 7, 22 °/₀. Pour Soave, comme pour Treub, l'acide cyanhydrique est la forme d'entrée de l'azote dans le monde organique et le point de départ de la formation des substances protéiques.

---

(1) Soave. I glucosidi cianogenetici dell piante e la utilizzazione dell' azoto delle reserve. (*Ann. di Botanica*, T. V. pp. 69-76, 1906).

T. A. Henry (1) fait remarquer que, dans le *Sorghum vulgare*, le glucoside est sécrété dans les jeunes parties vertes de la plante, et la quantité du glucoside augmente jusqu'à ce que la plante ait atteint une hauteur d'environ 31 cm. ; après quoi, elle diminue progressivement. A la fin de la végétation, tous les organes de la plante et même les graines en sont complètement dépourvus.

Dunstan, Henry et Auld (2), ont confirmé et complété les résultats obtenus par Jorissen dans ses recherches relatives à l'évolution de l'acide cyanhydrique au cours de la germination des graines de *Linum usitatissimum*. Les graines n'ayant pas encore germé contiennent 0, 008 °/₀ d'acide cyanhydrique ; cette proportion passe à 0, 17 °/₀ lorsque les jeunes plantes ont 5 à 7 cm. de hauteur, et diminue ensuite peu à peu. Les plantes ayant atteint leur complet développement ne renferment plus de glucoside cyanogénétique.

Contrairement à ce qui se passe chez la plupart des végétaux à acide cyanhydrique, dont les fruits mûrs sont dépourvus de ce composé, le *Nandina domestica* produit des fruits qui, même lorsqu'ils sont parvenus à complète maturité sont encore riches en acide cyanhydrique. Dekker (3) a montré que les fruits mûrs de la variété à fruits blancs fournissent 0, 260 °/₀ d'acide cyanhydrique, et ceux de la variété à fruits rouges, 0, 147 °/₀.

En 1907, Guérin (4) fait un exposé des travaux effectués sur les plantes à acide cyanhydrique et conclut de la manière suivante :

« En admettant que l'acide cyanhydrique serve dans certains cas à l'édification des matières albuminoïdes, il faut bien convenir que son rôle nous échappe complètement, lorsqu'il se trouve engagé dans ces molécules complexes qui constituent les glucosides. Si les feuilles de Sureau et de Passiflore contiennent encore, à l'arrière-saison, au moment de leur chute, la même quantité de glucoside cyanogénétique que durant les mois précédents, il semble bien difficile en effet d'attribuer à ce corps le rôle d'une substance de réserve.

---

(1) T. A. Henry. On the occurrence of prussic acid and its derivatives in plants. (*Science Progress*, N° 1, 1906).

(2) W. R. Dunstan, T. A. Henry et S. J. M. Auld. The occurrence of Phaseolunatine in common flax. (*Proc. roy. Soc., B.*, T. LXXVIII, 145-152, 1906).

(3) Dekker. (*Pharm. Weekbl.*, T. XLIII, p. 945, 1906).

(4) P. Guérin. Les plantes à acide cyanhydrique. (*Revue scientifique*, 5ᵉ série, T. VIII, pp. 65-74, 106-110, 1907).

Voir dans ces composés une substance protectrice contre l'attaque des animaux phytophages, la moindre piqûre mettant en contact émulsine et glucoside avec production d'un jet d'acide cyanhydrique, est une explication bien peu satisfaisante, d'autant plus que le Laurier-cerise et le *Pangium* lui-même ne sont pas à l'abri de l'attaque des insectes.

Aussi est-il préférable d'avouer que nos connaissances sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes sont encore bien restreintes, et que de nouvelles recherches s'imposent pour résoudre ce problème si important de la biologie végétale. »

Dans les feuilles de *Pangium edule* et dans celles du *Phaseolus lunatus* Treub a montré que l'acide cyanhydrique diminue progressivement avec l'âge et disparaît avant la chute. Guignard a mis en évidence le même phénomène chez le *Ribes rubrum* et l'*Amelanchier vulgaris;* mais il a constaté que chez le *Sambucus nigra* et le *Passiflora cærulea* au contraire, la teneur des feuilles en glucoside cyanogénétique varie peu au cours de l'année et que les feuilles qui tombent en contiennent à peu près autant que pendant la période de végétation active. Treub (1) entreprend le dosage de l'acide cyanhydrique chez une quarantaine d'espèces de plantes tropicales, d'une part dans les feuilles jeunes, d'autre part dans les feuilles sur le point de tomber. Dans tous les cas, sauf un, il constate une diminution considérable de la teneur en acide cyanhydrique dans les feuilles de ce dernier lot. L'*Indigofera galegoides* est la seule exception observée ; dans les feuilles de cette plante, la teneur en acide cyanhydrique varie peu au cours de la végétation et se trouve encore très élevée au moment de la chute.

Treub constate d'autre part que chez le *Manihot utilissima,* la lumière agit sur la cyanogénèse dans le même sens que chez le *Pangium edule* et chez le *Phaseolus lunatus ;* la quantité d'acide cyanhydrique diminue chez les individus maintenus à l'obscurité et augmente ensuite lorsque les plantes sont exposées à nouveau à la lumière.

---

(1) TREUB. Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes *(Ann. Jardin bot. Buitenzorg,* 2e série, Vol. VI, pp. 79-106, 1907).

De nombreux dosages d'acide cyanhydrique, effectués sur des feuilles récoltées à différentes heures de la journée, ne permettent pas de mettre en évidence l'existence d'un rapport régulier entre la teneur en acide cyanhydrique et l'heure de la récolte. Le *Passiflora minima* semble seul faire exception ; les folioles recueillies à midi sont plus riches que les folioles des mêmes feuilles récoltées à 7 heures du matin ou à 5 heures du soir.

L'auteur met en évidence des différences très nettes existant dans la teneur en acide cyanhydrique des parties vertes et des parties dépourvues de chlorophylle chez une plante à feuilles panachées, un *Dieffenbachia*. Les parties vertes contiennent 0,041 °/₀ d'acide cyanhydrique et les parties jaunes, seulement 0, 011 °/₀.

(A suivre)

DÉVELOPPEMENT PRIMAIRE
DU MILDIOU (*PHYTOPHTORA INFESTANS*)
AU COURS DE LA VÉGÉTATION DE LA POMME DE TERRE

par M. Jakob ERIKSSON

(suite)

A ma connaissance, aucun observateur n'a attaché beaucoup d'importance à ce que l'éruption tardive de la maladie, dans les champs de Pommes de terre, s'accomplit *lorsque la végétation de la plante hospitalière approche de son terme*, c'est-à-dire à l'époque où les tiges et les feuilles — à part quelques pousses fortuites — sont arrivées à l'état adulte. Cet état des choses me frappa surtout, lorsque je fis, en 1910 et en 1911, pendant le mois d'avril, l'examen des pieds malades cultivés sur couches dont j'ai parlé dans ce qui précède. Il me parut indubitable qu'il y avait en ce cas *une analogie évidente entre l'apparition précoce, en avril, et la crise tardive en août. L'éruption de la maladie* n'est donc point sujette à une saison déterminée (fin de juillet — commencement de septembre) mais elle *se rapporte*, au contraire, *à une certaine phase de développement du pied.* Dans un champ de Pommes de terre, où les tubercules ont été plantés au mois de mai, le feuillage des pieds doit avoir atteint en Suède le maximum de son développement environ 3 mois plus tard. Dès ce moment, la maladie apparaît. L'apparition arrive tôt ou tard)variant d'une à plusieurs semaines), notamment suivant les conditions atmosphériques de la saison en question. De même, si le tubercule, mis à germer dans une maison chaude, à l'époque du nouvel an, a été planté sur couche à la fin de février ou au commencement de mars, les pieds présentent, après 2 mois environ, un feuillage dont le développement est complet. Dès lors, la maladie peut aussi apparaître, comme le montrent les expériences des années 1910 et 1911. Il faut donc, semble-t-il, que *la végétation du* *pied de Pomme de terre* — tige, feuille et inflorescence — *soit arrivée à son terme pour que l'éruption de la maladie puisse avoir pied.*

Comment comprendre et expliquer cet état des choses, et y a-t-il peut-être d'autres domaines de la phytopathologie qui présentent des analogies ?

Pour répondre à cette question, je veux rappeler les phénomènes analogues qui se produisent à l'époque de l'éruption primaire des rouilles sur les céréales, en première ligne l'apparition de la rouille jaune *(Puccinia glumarum)* sur le Blé d'automne, au cœur de l'été. Pendant les années de 1892 et de 1893, on fit (Experimentalfältet, Stockholm) des observations minutieuses pour apprendre à connaître le mode de progression de la rouille jaune dans la feuille de Blé. Des feuilles envahies par la maladie furent prises pour sujets. En 1892, 5 feuilles furent examinées durant 6 jours (29/6, 2/7, 5/7) et, en 1893, 15 feuilles durant 20 jours (13/6, 18/6, 23/6, 28/6, 3/7). (Comp. Eriksson et Henning, I, 191 etc.). Le résultat qui se dégagea de ces expériences fut que l'ensemble des sores s'agrandit en haut, vers le sommet de la feuille, et en bas, vers sa base. En même temps on peut constater, et voilà ce qui est bien à remarquer, un arrêt de la croissance de la feuille elle-même.

Il est donc évident que les premiers sores ne naissent sur les feuilles que la végétation n'en soit terminée. Mais où donc trouver l'explication de ce phénomène ?

En partant de la supposition que l'origine de la maladie est à chercher dans l'intérieur de la plante elle-même, je me suis figuré que les choses se passent de la manière suivante : Il est de fait que les premiers sores apparaissent toujours sur des feuilles arrivées à l'état adulte. C'est cette considération qui m'a amené à penser que *la plante hospitalière passe par deux phases successives d'évolution.* Pendant *la première* de celles-ci, *caractérisée par un accroissement général,* toute l'activité vitale de la plante est acquise *pour le perfectionnement et la division des cellules végétatives.* Cet état continue jusqu'à ce que l'organe en question ait atteint un développement complet en largeur, en longueur et en épaisseur.

La période d'accroissement est suivie par *une autre, déterminée par un renouvellement interne physio-pathologique.* Cette seconde phase est surtout de très haute portée pour la santé de l'organe, car c'est durant cette période qu'*il va être décidé si l'organe restera* *sain ou si le germe de maladie atteindra sa maturité et par suite l'aptitude de produire l'état de maladie dans l'organisme en question.* Le résultat de ce renouvellement, de cette *lutte interne entre la plante hospitalière et le parasite* dépend, sans doute, essentiellement de l'action des agents physiques (chaleur, humidité, lumière, etc.). Si les conditions extérieures durant cette période critique, peut-être même durant les phases de développement précédentes, favorisent la maturation du germe de maladie, des sores de rouille apparaissent en peu de jours. Si, au contraire, durant les mêmes périodes, les circonstances sont défavorables pour le développement envahisseur, l'organe ne montre point ou presque point de symptômes de maladie. Pourvu que les mêmes conditions défavorables continuent à se produire durant les mêmes périodes critiques de plusieurs feuilles suivantes ainsi que durant l'épiaison, nous aurons affaire à une « année sans rouille ». (Comp. Eriksson, I, 73, etc.).

Ce qui a été dit ici sur la rouille jaune du Blé est aussi applicable au mildiou de la Pomme de terre. En tenant compte de l'éruption normale du Champignon, à l'automne, dans les champs de Pommes de terre, on doit donc admettre deux périodes successives de développement, l'une depuis la plantation des tubercules en mai jusqu'à la fin de juillet, ou au commencement d'août, durant laquelle l'appareil végétatif de la plante parvient à son maximum, et l'autre, pendant laquelle a lieu le renouvellement interne, physio-pathologique, d'où résulte la mauvaise ou la bonne santé des pieds.

En partant d'une telle opinion, l'apparition précoce du mildiou, sur les pieds en couches, et l'éruption tardive de la maladie, dans les champs de Pommes de terre, comme aussi l'absence quelquefois entière du Champignon, deviennent bien faciles à expliquer.

2. **Étude anatomique des taches primaires.**

a) IMMERSION DANS LA PARAFFINE

Pour me rendre compte des modifications de structure que subissent les tissus foliaires sous l'action du parasite au moment de l'éruption des taches primaires, je fis fixer, en 1905 et en 1911, de

PORTIONS DE FEUILLES DU *SOLANUM TUBEROSUM* FIXÉES ET IMMERGÉES

1905 et 1911

NUMÉRO DE LA FIXATION	JOUR DE LA FIXATION	MATÉRIEL IMMERGÉ	RÉCOLTÉ à	FIXÉ	Solution de fixation
454	1905 19/8	Portion de foliole, distante de 2 à 5 millimètres du pourtour de la tache.	Expérimentalfältet	immédiatement	Carnoy
455	»	Portion de foliole, distante de 5 à 8 millimètres du pourtour de la tache.	»	»	»
456	»	Portion de foliole indemne.	»	»	»
457	«	Portion de foliole distante de 2 à 5 millimètres du pourtour de la tache.	»	»	Flemming
458	«	Portion de foliole, distante de 5 à 8 millimètres du pourtour de la tache.	»	»	»
459	«	Portion de foliole indemne.	»	»	»
745	1911 7/9	Zône moisie grisâtre (*b*) d'une tache foliaire.	Kristianstad.	»	»
746	«	Portion de foliole, distante de 10 millimètres du pourtour de la tache.	»	»	»
747	«	Portion du pétiole d'une foliole malade.	»	»	»
748	«	Portion d'une foliole sans tache, provenant d'un pied qui portait aussi des folioles malades.	»	»	»
749	«	Portion du pétiole d'une foliole sans tache.	»	»	»
750	1911 8/9	Zône centrale (*a*) desséchée d'une tache foliaire.	Expérimentalfältet	après 1 jour	»
751	«	Zône moisie grisâtre (*b*) d'une tache foliaire.	»	»	»
752	«	Zône vert pâle (*c*) d'une tache foliaire.	»	»	»
753	«	Portion de foliole vert foncé, distante de 10^{mil}. du pourtour de la tache.	»	»	»
754	«	Portion du pétiole d'une foliole malade.	»	»	»

petites portions de feuilles, découpées dans les différentes parties de ces taches (1).

Les échantillons de 1905 furent recueillis le 19 août à Experimentalfältet (Stockholm). Bien que la saison fût assez avancée, la maladie était évidemment dans sa première phase de développement. Depuis des semaines j'avais, plusieurs fois par jour, passé devant cette culture, faisant toujours bien attention à l'état de santé des pieds. Seulement le jour indiqué plus haut, je pus constater sur des feuilles isolées quelques taches malades. Dès ce moment, l'invasion se répandit rapidement. Au bout de 3 à 4 jours, la plupart des folioles du champ entier étaient couvertes de taches noires.

Les portions de feuilles qui devaient être fixées furent prises de 2 à 5 et de 5 à 8 millimètres du pourtour de la tache ; chaque portion avait la dimension de 2 à 3 millimètres carrés. En vue de la comparaison, je fis aussi fixer des portions entièrement vertes, provenant du même champ. Pour la fixation, qui eut lieu immédiatement, j'eus recours en partie tant à l'acide acétique de Carnoy (n^os^ 454-456) qu'au mélange chromo-osmique de Flemming (n^os^ 457-459).

---

(1) De nombreux matériaux ont été traités suivant les méthodes récentes de fixation, d'immersion, de coupe et de coloration. Dans ces travaux, comme dans l'étude microscopique de milliers de coupes, Mademoiselle Svea Knutson m'a assisté d'une manière excellente ; je lui présente ici mes plus vifs remerciements.

(A suivre.)

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

René Zeiller *(suite)*, par M. Gaston Bonnier 5, 33, 73

Le saccharose dans la Betterave — formation et disparition *(suite)*, par M. H. Colin. 21, 56, 89, 113

Nouvelles recherches sur le sectionnement et la régénération chez les plantes (avec onze figures dans le texte), par M. Lucien Daniel. 65

Au voisinage des limites de la germination dans les graines de *Lepidium sativum,* par M. Pierre Lesage. 97, 137, 181

Note sur les *Sphaerocarpus* (avec une planche), par MM. Ch. et R. Douin. 129

Recherches sur le genre *Grewia*, par M. René Viguier . 161, 196, 249

Hommage à la mémoire de Th. Lestiboudois, par M. J.-C. Costerus. 193

Bois de tension et bois de compression dans les branches dorsiventrales des feuillus (avec deux planches en couleurs), par M. P. Jaccard 225

Sur des épis anormaux de Maïs obtenus à la suite du traitement cuivrique de la semence (avec trois planches), par M. A. Jungelson 244, 261

Développement primaire du mildiou *(Phytophtora infestans)* au cours de la végétation de la Pomme de terre (avec cinq fig. dans le texte et douze planches), par M. Jakob Eriksson (1) . 257, 305, 333, 376

Contribution à la flore bryologique de l'Annam (avec quatre planches), par M. R. Potier de la Varde 289

Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. — I. Etude préliminaire (avec onze figures dans le texte et sept planches), par M. Raoul Combes (1) 321, 353

---

(1) La fin de ce Mémoire paraîtra dans le volume de 1918.

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Boerker, Richard H.. Ecological investigations upon the germination and early growth of forest trees 159

Fron, G.. Plantes nuisibles à l'Agriculture 287

Héribaud, Frère J.. Flore d'Auvergne 160

Maire, L.. Etude synthétique sur le genre *Tricholoma* 350

Naoumov, N. A.. Tableaux pour servir à la détermination des Mucoracées 128

Okamura, S.. Contributiones novæ ad Floram Bryophyton Japonicam. 128

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-NEUVIÈME

PLANCHE 1. *Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé. I.*

PLANCHE 2. *Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé. II.*

PLANCHE 3. *Action de la saponine sur les plantes supérieures.*

PLANCHES 4 et 5. Phytophtora infestans : *les oospores, leur origine et leur germination.*

PLANCHES 6 et 7. Phytophtora infestans : *origine du mycélium aérien primaire et des spores aériennes primaires.*

PLANCHES 8 et 9. Phytophtora infestans : *phase plasmique du champignon : état de repos, état de la désagrégation de la chlorophylle et état nucléolaire.*

PLANCHES 10 et 11. Phytophtora infestans : *phase plasmique du champignon : état de maturation et origine du mycélium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille.*

PLANCHES 12 et 13. Phytophtora infestans : *origine du mycélium primaire dans le tissu cellulaire de la feuille.*

PLANCHES 14 et 15. — Phytophtora infestans : *origine des oogones et des anthéridies du champignon.*

PLANCHE 16. Sphaerocarpus.

PLANCHE 17. *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs. I.*

PLANCHE 18. *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs. II.*

PLANCHE 19. *Influence de l'intoxication cuprique sur le Maïs. III.*

PLANCHE 20. *Bois de tension du côté supérieur d'une tige de* Populus alba *courbée horizontalement.*

PLANCHE 21. *Bois de compression du côté inférieur d'une tige de* Populus alba *courbée horizontalement.*

PLANCHE 22. Fissidens *et* Hyophila.

PLANCHE 23. Calymperes.

PLANCHE 24. Physcomitrium hemisphæricum.

PLANCHE 25. Sematophyllum Eberhardti.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

Bonnier (Gaston). René Zeiller (suite). 5, 33, 73

Colin (H.). Le saccharose dans la Betterave — formation et disparition 21, 56, 89, 113

Combes (Raoul). Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. — I. Etude préliminaire (1). 321, 353

Costerus (J.-C.). Hommage à la mémoire de Th. Lestiboudois. . . 193

Daniel (Lucien). Nouvelles recherches sur le sectionnement et la régénération chez les plantes 65

Douin (Ch. et R.). Note sur les *Sphaerocarpus* 129

Eriksson (Jakob). Développement primaire du mildiou *(Phytophtora infestans)* au cours de la végétation de la Pomme de terre (1) 257, 305, 333, 000

Jaccard (P.). Bois de tension et bois de compression dans les branches dorsiventrales des feuillus 225

Jungelson (A.). Sur des épis anormaux de Maïs obtenus à la suite du traitement cuivrique de la semence. 244, 261

Lesage (Pierre). Au voisinage des limites de la germination dans les graines de *Lepidium sativum* 97, 137, 181

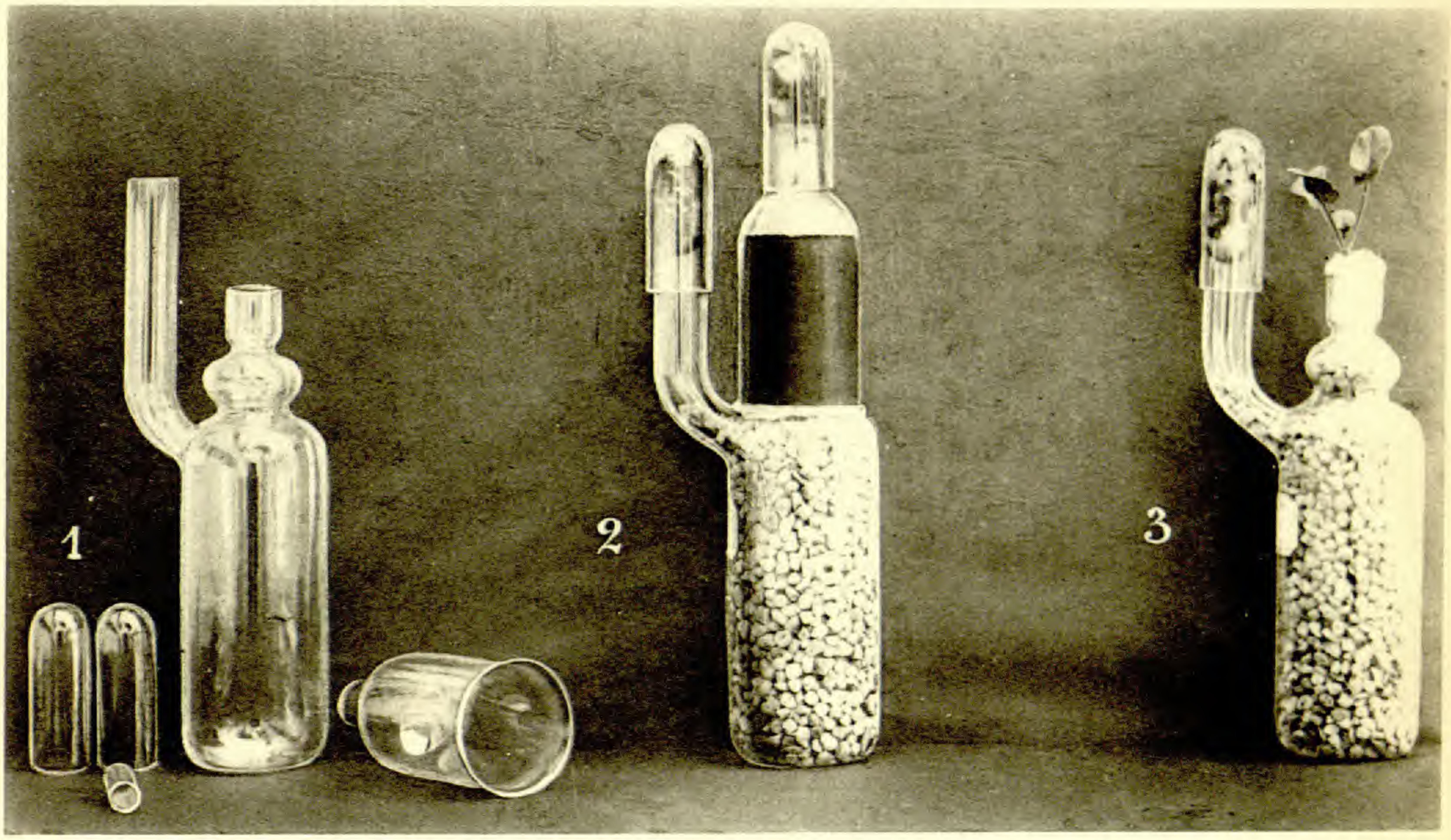
Potier de la Varde (R.). Contribution à la flore bryologique de l'Annam 289

Viguier (René). Recherches sur le genre *Grewia* 161, 196, 249

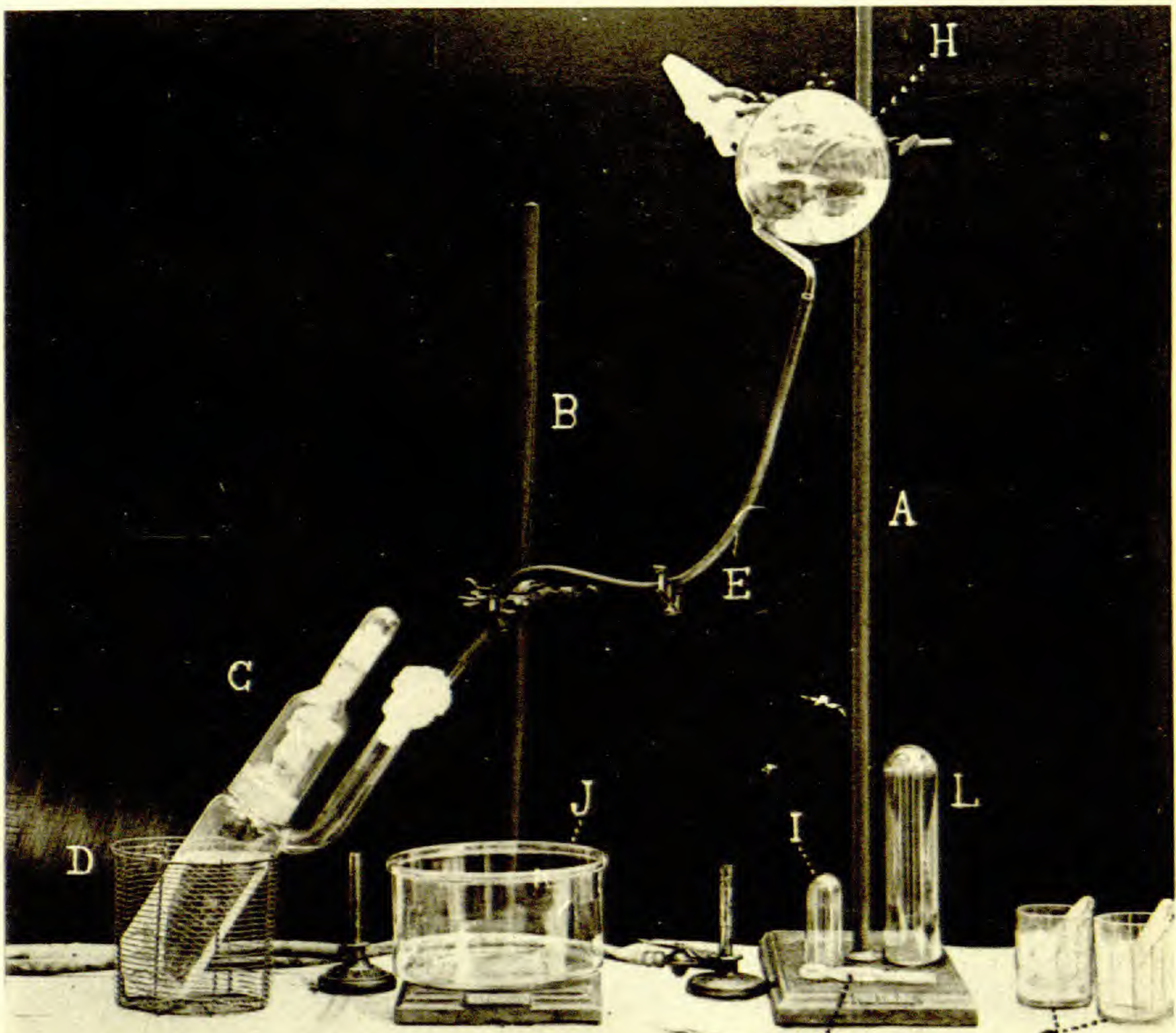
---

(1) La fin de ce Mémoire paraîtra dans le volume de 1918.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant* : Henri Bouloy.



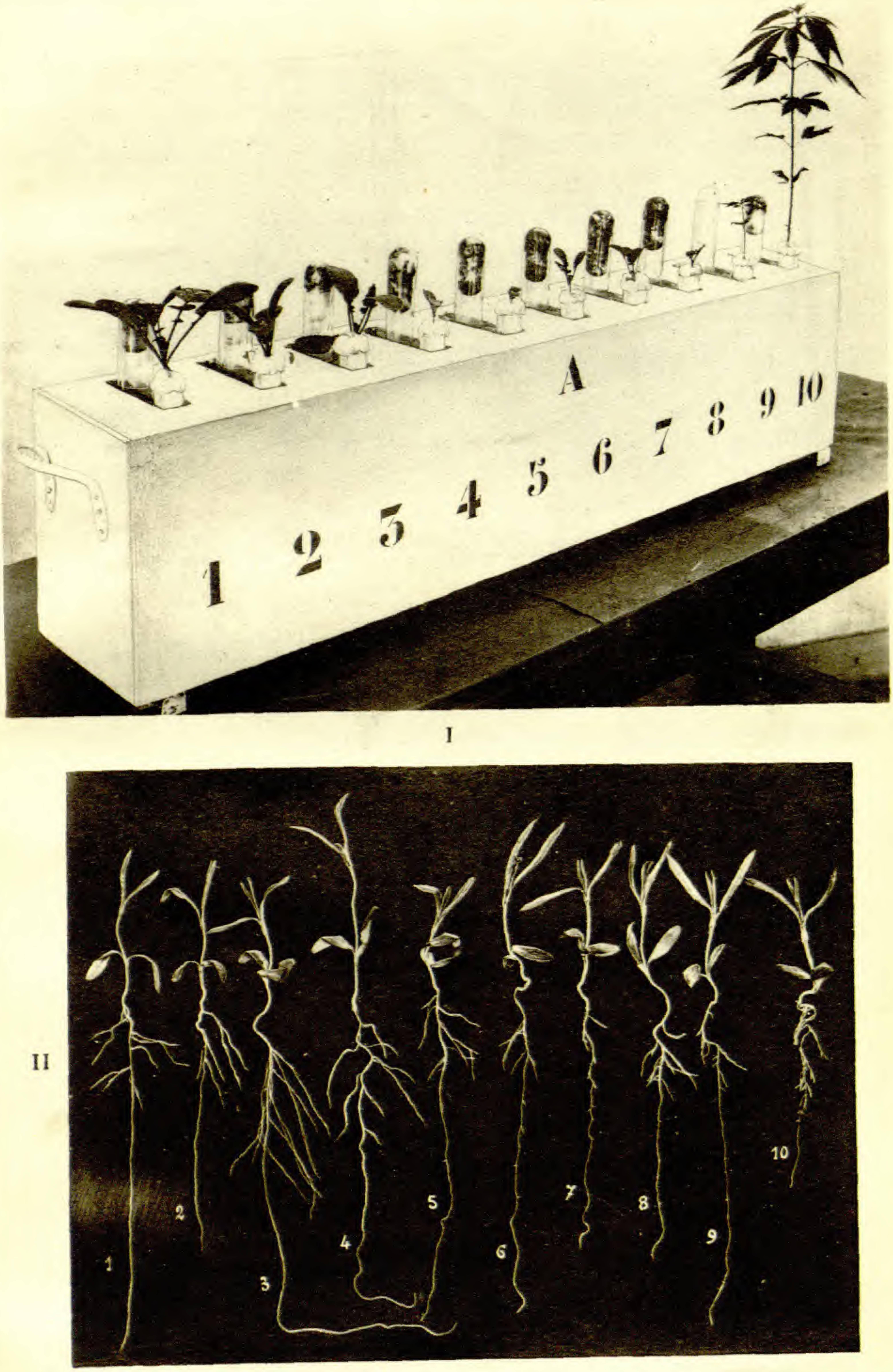
I


H
B
A
E
C
J
D
I
L
F
G

II

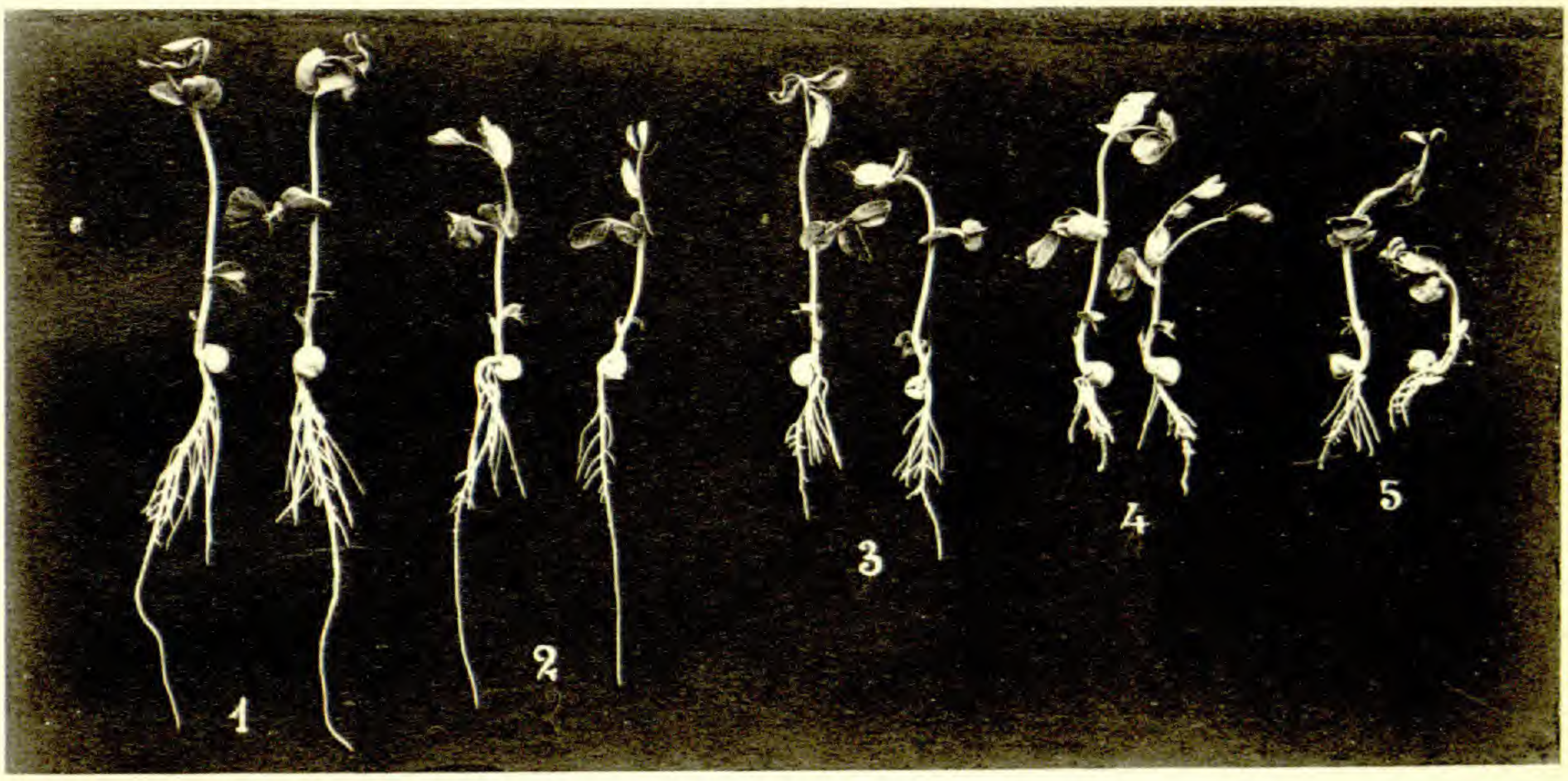
R. COMBES, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé - I

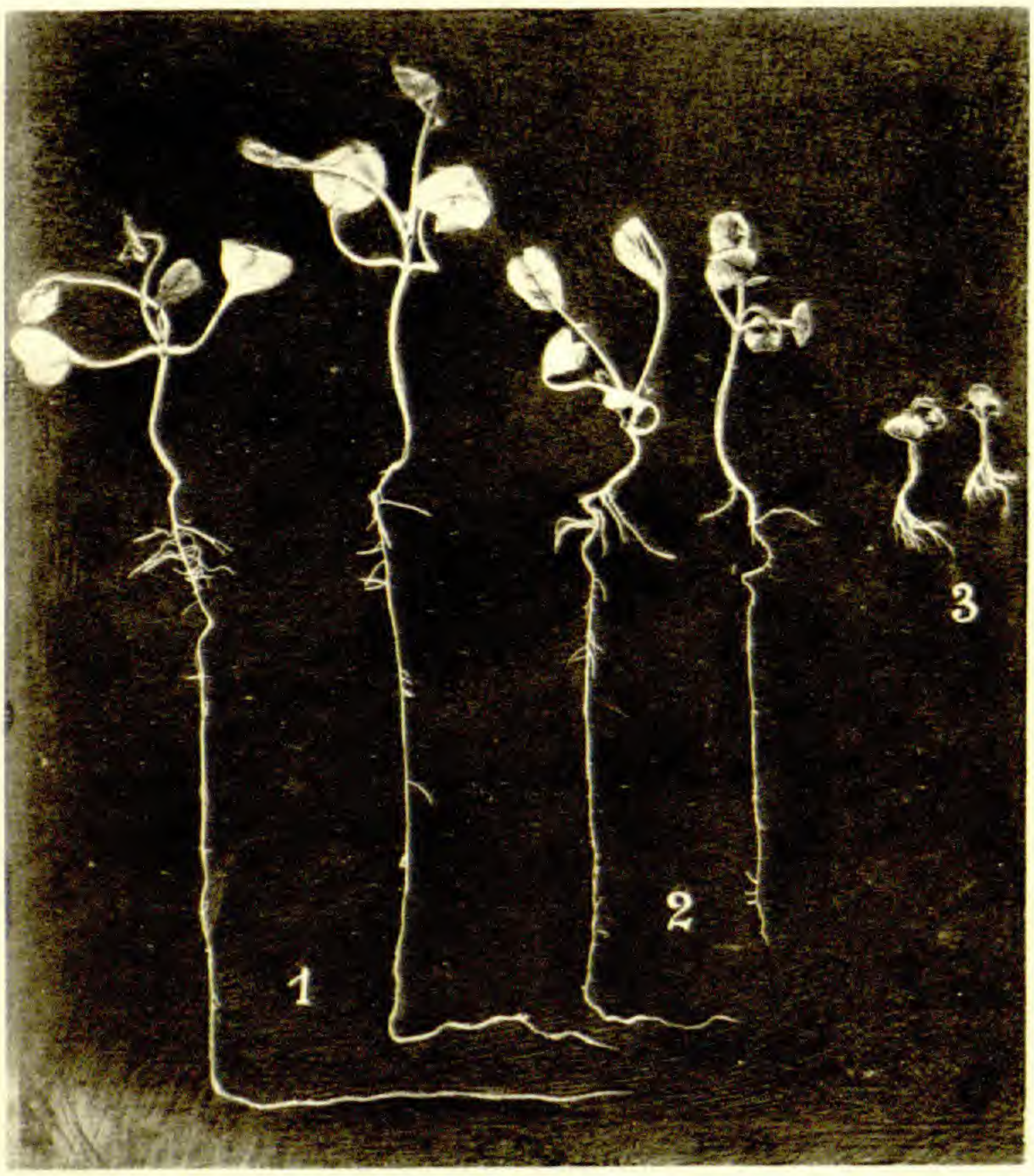

A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
I
II
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

R. COMBES, PHOT.
E. LE DELEY, IMP.

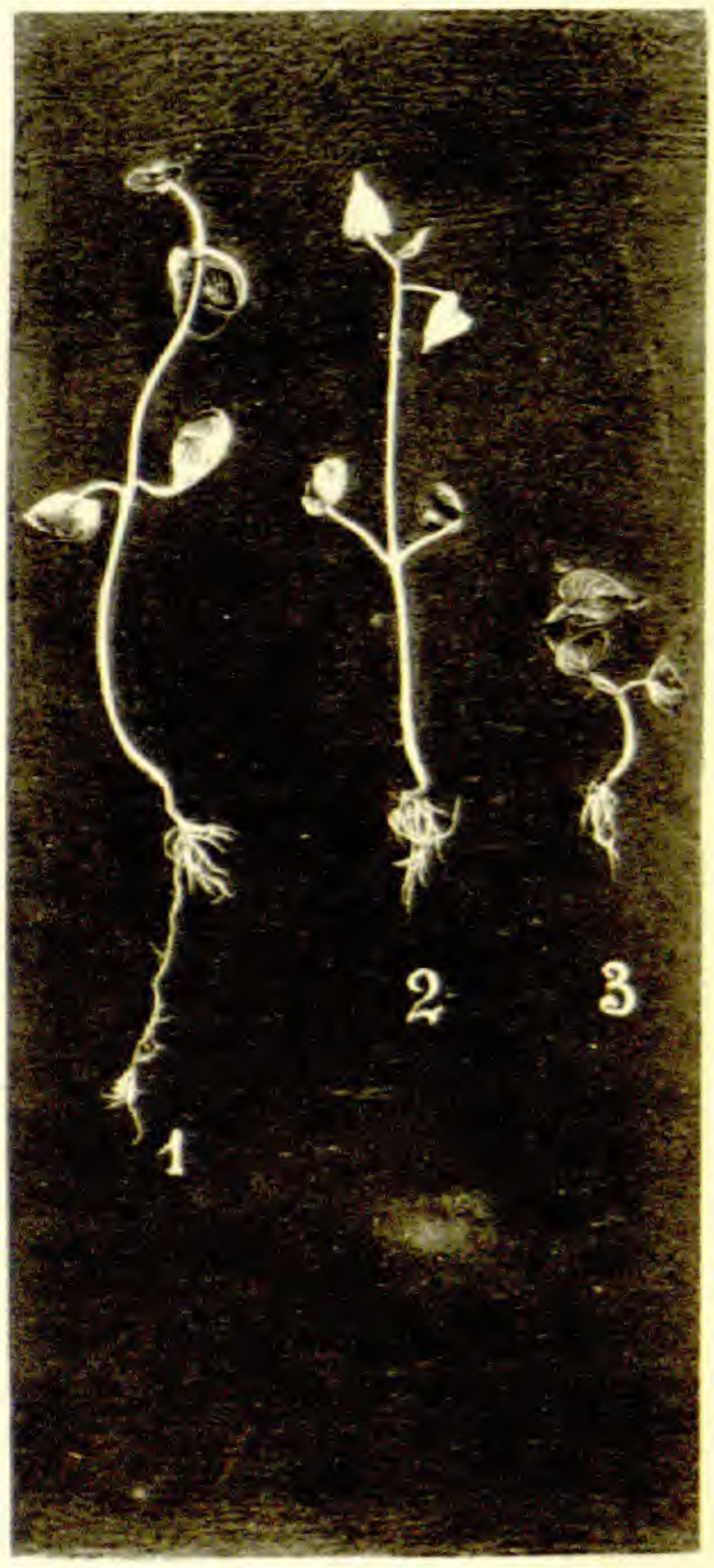
Culture de plantes supérieures en milieu stérilisé - II



I



II



III

R. COMBES, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Action de la saponine sur les plantes supérieures

AVIS AU RELIEUR

Pour la signature au bas de la page 321, au lieu de 25, lire 21.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Études.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Ducellier, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dop (Paul), chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Ducellier, professeur à l'École d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger).

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

François (Louis), docteur ès sciences, chef des travaux à la Station d'essais de semences de Paris.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.